

Treball Fi de Grau

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Nau industrial per a la recàrrega de vehicles elèctrics (Distribució d'energia)

MEMÒRIA

Autor: Sergi Pastells Martínez
Director/s: Emilio Hernández Chiva
Convocatòria: Juliol 2015



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

El present projecte té com a objectiu principal l'estudi de l'aplicació de la tecnologia fotovoltaica de capa fina sobre la coberta d'una planta industrial en elements actius de captació i transformació de la energia fotovoltaica per poder utilitzar per a la recàrrega de vehicles elèctrics, a través de postes de recàrrega situats en un pàrquing proper.

Entre les diferents tecnologies existents en quant a la captació d'energia fotovoltaica, s'ha optat per la tecnologia de capa fina o lones fotovoltaiques en base a la qual es desenvolupa la solució tècnica global i es porten a terme els diferents estudis tècnic, econòmic i el mediambiental de la instal·lació.

Aquest treball es tracta d'un projecte teòric que està relacionat amb el TFG de títol "Nau industrial per a la recàrrega de vehicles elèctrics (producció d'energia)" i pretén, entre d'altres, realitzar l'estudi del dimensionat del cablejat que permeti la distribució de l'energia des de els inversors fins als postes de recàrrega que alimentin les bateries dels cotxes.

A més, es realitzarà un estudi econòmic de la instal·lació valorant la seva viabilitat i també un canvi de legislació de les energies renovables amb els anomenats "peatges de recolzament".

Per últim, i no menys important, es realitza un estudi mediambiental, bàsic en aquesta situació. S'analitza les emissions de CO₂ que es podran deixar d'emetre gràcies a l'energia solar fotovoltaica.

Sumari

RESUM	1
SUMARI	2
1. GLOSSARI	5
2. PREFACI	7
2.1. Origen del projecte.....	7
2.2. Motivació	7
3. INTRODUCCIÓ	9
3.1. Objectius del projecte	9
3.2. Abast del projecte	9
3.3. Sistema solució considerat	10
3.4. Tecnologies de capa fina	12
4. INTRODUCCIÓ A L'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	13
4.1. Concepte de l'efecte fotovoltaic	15
4.2. Avantatges de l'energia solar fotovoltaica	17
4.3. Situació actual al món	18
4.4. Situació actual a la Unió Europea.....	19
4.5. Situació actual a Espanya.....	20
4.6. El futur de l'energia solar fotovoltaica	21
5. INTRODUCCIÓ AL COTXE ELÈCTRIC	23
5.1. Vehicles híbrids elèctrics (HEV).....	25
5.2. Vehicles híbrids endollables (PHEV)	25
5.3. Vehicles totalment elèctrics	25
5.4. Infraestructura de recarrega	26
5.4.1. Tipus de Recarrega.....	26
5.4.2. Modes de recàrrega a Espanya.....	27
5.4.3. Tipus de connector.....	30
5.5. Avantatges i desavantatges del cotxe elèctric.....	33
5.5.1. Avantatges del cotxe elèctric	33
5.5.2. Desavantatges del cotxe elèctric	34
5.6. L'autoconsum.....	34
5.6.1. Introducció	34
5.6.2. Tipus d'autoconsum	35



5.6.3.	Esborrany sobre els peatges de recolzament	37
6.	DESCRIPCIÓ DE L'ÀMBIT D'ACTUACIÓ	39
6.1.	Introducció	39
6.2.	Àmbit d'actuació sobre el qual es fonamenta l'estudi.....	39
7.	INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	41
7.1.	Dimensionament del cablejat.....	43
7.1.1.	Característiques de la instal·lació	48
7.1.2.	Característiques elèctriques.....	49
7.1.3.	Seccions	51
7.1.4.	Intensitat màxima.....	55
7.1.5.	Caiguda de tensió.....	58
7.2.	Proteccions.....	61
7.2.1.	Caixa de Seccionament i Caixa General de Protecció.....	61
7.2.2.	Caixa de Protecció i Mesura	62
7.2.3.	Quadre de Baixa Tensió.....	62
7.2.4.	Interruptor General Automàtic.....	63
7.2.5.	Protector de sobretensions	63
7.2.6.	Petit Interruptor Automàtic.....	63
7.2.7.	Interruptor Diferencial	63
7.3.	Elements especials	64
7.3.1.	Controlador dinàmic de potència	64
7.3.2.	Filtre d'harmonics	64
7.3.3.	Postes de recàrrega	65
8.	ESTUDI ECONÒMIC	66
8.1.	Introducció.....	66
8.2.	Inversió inicial	66
8.3.	Resultats econòmics	68
8.3.1.	Ingressos	68
8.3.2.	Despeses	68
8.4.	Rendibilitat del projecte	69
8.4.1.	Valor actual net i taxa interna de retorn	69
8.4.2.	Pay-back	69
8.4.3.	Resultats econòmics aplicant l'esborrany del peatge	70
9.	PLANIFICACIÓ DE LA IMPLANTACIÓ DE LES INSTAL·LACIONS _	71
10.	IMPACTE MEDIAMBIENTAL	73
10.1.	Reducció de les emissions de gasos.....	75

10.2. Taxa de recuperació energètica	75
CONCLUSIONS	77
AGRAÏMENTS	78
BIBLIOGRAFIA	79
Referències bibliogràfiques	79



1. Glossari

TEP: tona equivalent de petroli

C.A.: Corrent altern

C.C.: Corrent continu

FV: fotovoltaica

IPC: Índex de preus al Consum

VAN: valor actual net

TIR: taxa interna de retorn

Pay-Back: període de retorn a la inversió en anys

CTE: codi tècnic d'Edificació

REBT: Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió

RIPRE: Registre de Instal·lacions Productores en Règim Especial.

2. Prefaci

2.1. Origen del projecte

L'origen del projecte es troba en un polígon industrial de Catalunya, situat a la província de Barcelona, molt a prop de l'aeroport del Prat. La seva situació és idònia per aquest projecte perquè està situada al costat d'un aparcament de cotxes privat.

Degut a la gran superfície de coberta disponible a la nau industrial, es desenvolupa l'idea de fer un estudi teòric sobre la implantació de cobertes solars per a la captació i posterior transformació d'energia per a recarregar vehicles elèctrics estacionats al pàrquing.

2.2. Motivació

Els principals aspectes que han motivat la realització d'aquest projectes son l'actual situació energètica mundial on les principals fonts d'energia primària encara provenint majoritàriament de combustibles fòssils i la pròpia necessitat per a reinvertir la situació en qüestió. Cada cop la demanada energètica és més gran, amb el impacte ambiental corresponent i la disminució sensible i continuada dels recursos fòssils convencionals. La cerca de mesures de pes que influeixin en un canvi d'efecte important respecte l'actual escenari energètic poc sostenible, és imprescindible.

A més, el creixement del vehicle elèctric en els últims anys dona mostra de els avanços tecnològics que s'estan donant en aquest sentit. Un creixement que dona pas a una nova realitat, la de la recàrrega dels vehicles elèctrics. Un dels grans inconvenients del transport elèctric és la seva poca autonomia, tot i la millora tecnològica que esta havent-t'hi en aquest sentit, l'augment de zones de recàrrega de bateries de vehicles elèctrics es necessària.

A nivell energètic la Terra intercepta 1,5 trilions de MWh/any d'energia solar, una quantitat equivalent a unes 28.000 vegades el consum energètic de la humanitat. Aquesta energia es presenta desigualment repartida per tota la superfície del planeta, tot i això la Península Ibèrica es troba en una situació privilegiada en quant a recepció energètica.

La Península Ibèrica té els valors més alts d'insolació de tota la Comunitat Europea: entre un màxim de 1.750 i un mínim de 1.250 kWh per metre quadrat i any, amb un mitjana d'entre 1.750 i 1.500 kWh, per a més de la meitat del territori, el que suposa valors mitjos de 4,5 kWh per metre quadrat i dia.

Alhora, Catalunya es troba en una situació privilegiada a Espanya, a la conca del

Mediterrani, i cada dia el Sol proporciona uns 120.000 GWh d'energia, amb una possible variació del 10% segons l'època de l'any i l'orientació en que ens trobem. Fer un bon ús d'aquesta energia, que tenim a disposició de forma gratuïta tots els dies, i el fet de poder-la aprofitar per a ajudar al creixement del vehicle elèctric és un aspecte important que ha motivat a l'elaboració d'aquest projecte.

3. Introducció

3.1. Objectius del projecte

El present projecte té com a principal objectiu calcular la capacitat de generació d'energia elèctrica que pot arribar a oferir la nau industrial objecte del projecte, utilitzant l'energia fotovoltaica com a font primària d'energia i estudiar si aquesta energia serveix per a la recàrrega de bateries de vehicles elèctrics, tot col·locant postes de recàrrega en un pàrquing proper a la nau.

La tecnologia fotovoltaica aplicada per a la captació d'energia es la lona fotovoltaica o tecnologia de capa fina a la coberta de la nau.

En el projecte s'estudiarà la viabilitat de la instal·lació des del punt de vista tècnic, econòmic i mediambiental.

3.2. Abast del projecte

El projecte en qüestió es centra en una nau industrial situada a Barcelona, a prop del Aeroport del Prat, i molt pròxima a un pàrquing d'una empresa privada.

En el projecte s'analitzaran aspectes com els que s'indiquen a continuació:

- Introducció a l'energia solar i les seves aplicacions destacant l'energia solar fotovoltaica. Explicació del seu funcionament, grau de desenvolupament actual, perspectives de futur, etc.
- Introducció al vehicle elèctric i les seves característiques més destacades. Explicació de les diferents tipologies de cotxes elèctrics, punts de recàrrega, etc.
- Viabilitat tècnica i econòmica que garanteixi la instal·lació elèctrica pertinent des de l'inversor fins al punt de recàrrega de forma efectiva.
- Consideracions mediambientals que avalin l'aposta per aquest tipus d'instal·lacions amb l'objectiu de aconseguir un marc energètic molt més sostenible que l'actual.

Comparativa del que suposa la generació elèctrica fotovoltaica amb el consum real d'energia elèctrica de la xarxa que suposaria la implantació de postes de recàrrega elèctrica en el pàrquing objecte del projecte.

3.3. Sistema solució considerat

Degut al bon nivell d'insolació del que es disposa a Catalunya, s'optarà per l'ús de l'energia solar fotovoltaica.

L'aprofitament de la radiació solar es portava a terme mitjançant extensos camps de panells fotovoltaics orientats de forma adequada per a captar la radiació incident.

El problema que presenten aquests camps és el gran impacte visual que provoquen en el lloc geogràfic on es col·loquen, a més de la gran superfície de terreny que ocupen allà on es vulguin instal·lar. Tenint en compte aquest tema i pensant en la gran superfície de coberta que disposen la nau industrial objecte del projecte s'optarà per aprofitar-la per a captar la radiació solar.

Un dels principals inconvenients que es planteja a l'hora d'instal·lar els panells fotovoltaics a les cobertes de les naus és que l'estructura d'aquestes no ha estat dissenyada per a poder suportar el pes dels panells solars i per tant no es poden utilitzar les plaques fotovoltaïques comuns.

Analitzant les possibles solucions tecnològiques a aquest problema que ofereix el mercat s'ha optat per la tecnologia de capa fina o lones fotovoltaïques per a la captació de la radiació.

Tot seguit, s'indiquen les principals avantatges que ofereix aquest tipus d'instal·lació:

- Al tractar-se d'una tecnologia molt lleugera, no necessita d'estructura pròpia, si no que s'adapten. Així, no es necessari canviar l'estructura de les naus.
- Es fa un ús eficient del espai ja que no es necessita invertir en un terreny nou, sinó que s'aprofita un d'existent i normalment en desús com es la coberta d'una nau industrial.
- No suposa cap canvi en el procés quotidià de l'edifici en qüestió.
- En concordança amb al punt anterior, es permet convertir la coberta d'una nau industrial (element completament passiu) en una rentable planta de producció d'electricitat gràcies a una font d'energia renovable i sostenible.
- Suposa una major garantia en front d'actes vandàlics i robatoris per la pròpia física dels elements que constitueixen la instal·lació. Es tracta d'un entorn molt més vigilat, independentment de les mesures de vigilància addicionals que s'adoptin.
- L'impacte visual es nul si considerem que la majoria de cobertes ja estan danyades o degradades estèticament.

- El fet de posar lones fotovoltaïques a les cobertes proporciona un aïllament tèrmic addicional al edifici. Es aconsegueix que a l'interior de la nau, la temperatura durant l'estiu disminueixi i el conseqüent estalvi energètic a nivell de climatització.
- La tramitació s'agilitza en el cas d'instal·lacions sobre cobertes industrials respecte a la instal·lació de camps de panells fotovoltaïcs.
- Aporta un alt nivell de modernitat e innovació alhora que fa entreveure la consciència i interès que el propietari i la seva empresa tenen cap al medi ambient.
- Les lones fotovoltaïques són productores d'energia neta, no contaminant, són altament productives, ecològiques i contribueixen a la sostenibilitat.

3.4. Tecnologies de capa fina

Per a la fabricació de les lones fotovoltaïques s'utilitza la capa fina de silici amorf. Les tecnologies fotovoltaïques de capa fina, utilitzen quantitats molt petites de material semiconductor que son depositades en pel·lícules de micres d'espessor sobre una base receptora, que pot ser inclús flexible, i necessita molta menys energia per a la seva fabricació en comparació amb les clàssiques cèl·lules fotovoltaïques de silici cristal·lí.

Els processos de fabricació s'han desenvolupat considerablement a partir dels anys noranta. El mètode més evolucionat consisteix en cobrir un substrat (en la majoria de casos vidre) amb una capa molt fina d'un semiconductor sensible a la radiació.

Degut a la gran absorció de la radiació d'aquests materials es suficient un espessor menor als 0,001mm per a la transformació de la radiació solar en electricitat. La temperatura a la que s'arriba en el procés de fabricació de cèl·lules de pel·lícula fina de silici es d'uns 200-500°C en front als 1500°C que es necessiten en el cas de cèl·lules de silici cristal·lí.

Si es segueix comparant amb el procés de fabricació de mòduls fotovoltaïcs, resulta ser més econòmic degut a la reducció de costos tant en el material, com en l'energia consumida i el grau d'automatització del procés.

En els últims anys s'ha iniciat a Espanya diverses iniciatives industrials per a la producció de mòduls de silici amorf, destacant:

- Grup Unisolar: produeix mòduls fotovoltaïcs a la seva planta solar de Béjar (Salamanca).
- Grup T-Solar: produeix mòduls fotovoltaïcs a la seva planta de Orense amb una capacitat de 45 MWp/any al 2010.
- Gadir Solar: produeix mòduls fotovoltaïcs a la seva planta de Puerto Real (Cadis) amb una capacitat de producció de 45 MWp/any.

4. Introducció a l'energia solar fotovoltaica

L'energia és “la mesura de la capacitat d'un sistema per proporcionar treball”.

El Sol és una font d'energia neta, inesgotable i abundant. Amb una potència mitjana de $3,7 \times 10^{14}$ TW, de la qual arriba a la superfície 173.000 TW, o el que és el mateix 900 W/m². Es tracta, sens dubte, d'una font d'energia formidable. En la següent **taula 4.1** es mostra el paper fonamental que té l'energia solar entre les diferents energies renovables conegudes avui en dia:

Energia	Recursos en TEP por any
Solar	$9,8 \times 10^{13}$
Eòlica	$1,4 \times 10^{10}$
Biomassa	$2,8 \times 10^9$
Mareomotriu	$1,9 \times 10^9$
Ones	$1,7 \times 10^9$
Hidràulica	$1,7 \times 10^9$

Taula 4.1. Energies renovables y recursos anuals

La radiació solar és el conjunt de radiacions electromagnètiques emeses pel Sol. El Sol és un estel, que es troba a una temperatura de 6000 K, en l'interior de la qual tenen lloc una sèrie de reaccions de fusió nuclear que produeixen una pèrdua de massa que es transforma en energia. Aquesta energia alliberada del Sol es transmet a l'exterior mitjançant la radiació solar. El Sol es comporta pràcticament com un cos negre, el qual emet energia seguint la llei de Planck a la temperatura ja citada. La radiació solar es distribueix des de l'infraroig fins a l'ultraviolat. No tota la radiació arriba a la superfície de la Terra, perquè les ones ultraviolades més curtes són absorbides pels gasos de l'atmosfera. La magnitud que mesura la radiació solar que arriba a la Terra és la irradiància, que mesura l'energia que, per unitat de temps i àrea, aconsegueix la Terra. La seva unitat és el W/m².

L'energia solar es troba disponible a tot el món, però algunes zones del planeta reben més radiació solar que unes altres, la qual cosa les converteix en preferents. A més, cal tenir en compte que aquesta energia està sotmesa a contínues variacions més o menys brusques. Així, per exemple, la radiació solar es major a l'estiu que a l'hivern. Si se suma tota la radiació

global que incideix sobre un lloc determinat en un període definit s'obté l'energia en kWh/m². La següent **figura 4.1.** correspon a la radiació solar mitja anual segons la zona europea l'any 2008.

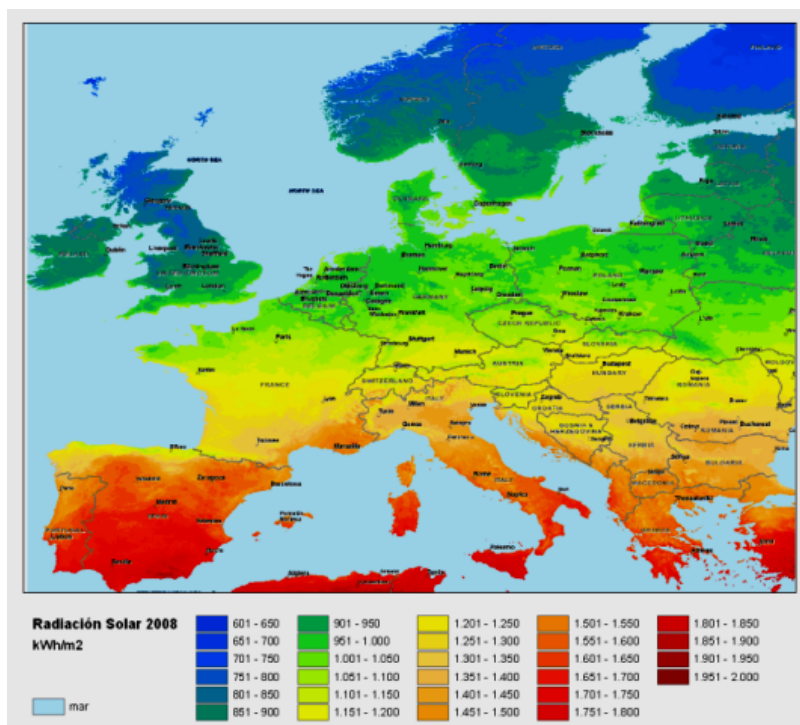


Figura 4.1 radiació solar mitja anual Europa 2008

Com s'observa en la figura anterior, el potencial per a l'energia solar fotovoltaica a Espanya és immens. A Espanya es rep de mitjana una irradiació global de 1.600 kWh/m² a l'any sobre la superfície horitzontal, la qual cosa ens situa al capdavant d'Europa. A continuació es mostra les diferents zones espanyoles quant al seu valor de radiació global mitjana anual (**figura 4.2**).



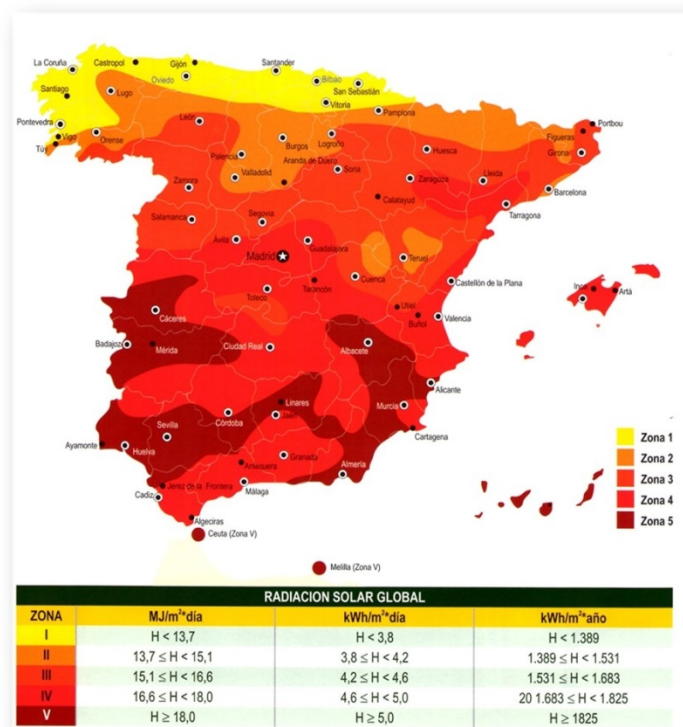


Figura 4.2 Radiació solar mitja anual Espanya 2008

4.1. Concepte de l'efecte fotovoltaic

L'efecte fotovoltaic (FV) és la base del procés mitjançant el qual una cèl·lula fotovoltaica converteix la llum solar en electricitat. La llum solar està composta per fotons, o partícules energètiques. Aquests fotons són de diferents energies, corresponents a les diferents longituds d'ona de l'espectre solar.

Quan els fotons incideixen sobre una cèl·lula FV, poden ser reflectits o absorbits, passant al seu través. Únicament els fotons absorbits generen electricitat. Quan un fotó és absorbit, l'energia del fotó es transfereix a un electró d'un àtom de la cèl·lula. Amb aquesta nova energia, l'electró és capaç d'escapar de la seva posició normal associada amb un àtom per formar part d'un corrent en un circuit elèctric.

Les parts més importants de la cèl·lula solar són les capes de semiconductors, ja que és on es crea el corrent d'electrons. Aquests semiconductors són especialment tractats per formar dues capes diferentment dopades (tipus p i tipus n) per formar un camp elèctric, positiu en una part i negatiu en l'altra. Quan la llum solar incideix en la cèl·lula s'alliberen electrons que poden ser atrapats pel camp elèctric, formant un corrent elèctric. És per això que aquestes cèl·lules es fabriquen a partir d'aquest tipus de materials, és a dir, materials que actuen com a aïllants a baixes temperatures i com a conductors quan s'augmenta l'energia.

A més dels semiconductors les cèl·lules solars estan formades per una malla metàl·lica superior o un altre tipus de contacte per recol·lectar els electrons del semiconductor i transferir-los a la càrrega externa i un contacte posterior per completar el circuit elèctric. També en la part superior de la cèl·lula hi ha un vidre o un altre tipus de material encapsulat i transparent per segellar-la i protegir-la de les condicions ambientals, i una capa anti-reflexiva per augmentar el nombre de fotons absorbits.

Així doncs, les cèl·lules FV converteixen l'energia de la llum en energia elèctrica. El rendiment de conversió és la proporció de llum solar que la cèl·lula converteix en energia elèctrica. És fonamental en els dispositius fotovoltaics, ja que l'augment del rendiment fa de l'energia solar fotovoltaica una energia més competitiva que altres fonts (com per exemple l'energia d'origen fòssil).

Aquestes cèl·lules, connectades unes amb unes altres, encapsulades i muntades sobre una estructura suport o marc, conformen un mòdul fotovoltaic. Els mòduls estan dissenyats per subministrar electricitat a un determinat voltatge (normalment 12 o 24 V). El corrent produït depèn del nivell d'insolació.

L'estructura del mòdul protegeix a les cèl·lules del medi ambient i són molt duradores i fiables. Encara que un mòdul pot ser suficient per a moltes aplicacions, dos o més mòduls poden ser connectats per formar un generador FV. Els generadors o mòduls fotovoltaics produeixen corrent continu (DC) i poden ser connectats en sèrie i/o paral·lel per produir qualsevol combinació de corrent i tensió. Un mòdul o generador FV per si mateix no bomba aigua o il·lumina una casa durant la nit. Per a això és necessari un sistema fotovoltaic complet que consisteix en un generador FV al costat d'altres components. Aquests components varien i depenen del tipus d'aplicació o servei que es vol proporcionar.

Els sistemes fotovoltaics es poden classificar com a autònoms o connectats a la xarxa elèctrica, o segons el tipus d'aplicació.

En definitiva i com podem veure, ens trobem davant una font d'energia, que a més de renovable se'ns presenta com una clara aposta de futur de cara al plantejament energètic dels propers anys.



4.2. Avantatges de l'energia solar fotovoltaica

Encara que és cert que durant la fabricació de les cèl·lules fotovoltaïques es fa ús d'elements altament tòxics, si es considera el cicle de vida de la tecnologia (des de l'extracció de la matèria primera fins al final de la seva vida útil) l'impacte mediambiental és molt menor que el de les tecnologies basades en combustibles fòssils o nuclears. Els mòduls fotovoltaïcs poden ser reciclats al final de la seva vida útil i alguns dels materials que els componen poden ser reutilitzats.

A nivell econòmic, atès que es tracta d'un procés natural i directe, l'energia solar fotovoltaica és una de les més rendibles quant al propi balanç energètic (poques pèrdues durant la transformació i transport). Si a més de poder produir energia elèctrica a cost baix, malgrat la inversió inicial, s'afegeix el fet de deixar de consumir de la xarxa elèctrica (cost més elevat), estem davant una tecnologia rendible econòmicament. A tot això, els mòduls fotovoltaïcs es fabriquen de manera que puguin resistir tot tipus de fenòmens atmosfèrics adversos. Els fabricants garanteixen els panells per períodes de 30 anys.

El fet de produir electricitat a partir del sol té un pes molt important en la reducció del grau de dependència dels diferents estats respecte a les inestables zones del planeta d'on provenen les principals matèries primeres a nivell energètic (petroli, gas, urani, etc., avui en mans de països com Aràbia Saudita, Líbia, l'Iraq, Veneçuela, Rússia o Nigèria, entre uns altres). Sens dubte, hi ha un motiu estratègic molt destacable que pot permetre reduir el grau d'incertesa i garantir un creixement més sòlid en aquells països on s'aposti fort per aquesta tecnologia.

Els sistemes fotovoltaïcs ofereixen una fàcil instal·lació i requereixen d'un manteniment mínim. A més, en disposar de mòduls sempre es va poder ampliar amb nous elements.

Exemples de numeració de figures i equacions. Una opció quan s'han d'incloure noves figures o equacions, és copiar l'exemple anterior i substituir el contingut, la numeració s'actualitzarà automàticament amb posterioritat.

Cal respectar i esmentar l'origen i autor de totes les figures utilitzades mitjançant les referències bibliogràfiques.

4.3. Situació actual al món

L'energia solar fotovoltaica ha experimentat un creixement exponencial en els últims anys, impulsada per la necessitat d'assumir els reptes que en matèria de generació d'energia es presenten.

Aquest creixement s'ha produït gràcies als mecanismes de foment d'alguns països que, com Espanya, han propiciat un gran increment de la capacitat global de fabricació, distribució i instal·lació d'aquesta tecnologia.

A la fi de 2010, la potència acumulada al món era d'aproximadament 40.000 MWp segons dades de la European Photovoltaic Industry Association (EPIA), dels quals prop de 29.000 MWp, un 72%, es localitzen en la Unió Europea. Per als propers anys s'espera que el continu creixement de l'última dècada a nivell mundial es mantingui.

Les tres àrees de major interès al món, segons la potència acumulada, són Europa (destacant Alemanya i Espanya, amb més d'un 52% del total mundial), Japó i EUA. Japó, amb prop de 3.622 MW acumulats i EUA, amb aproximadament 2.727 MW representen el 9 i el 6,80% respectivament de la potència total. En el gràfic següent es representa l'històric de la potència acumulada a nivell mundial en els últims anys, apreciant-se clarament el creixement exponencial.

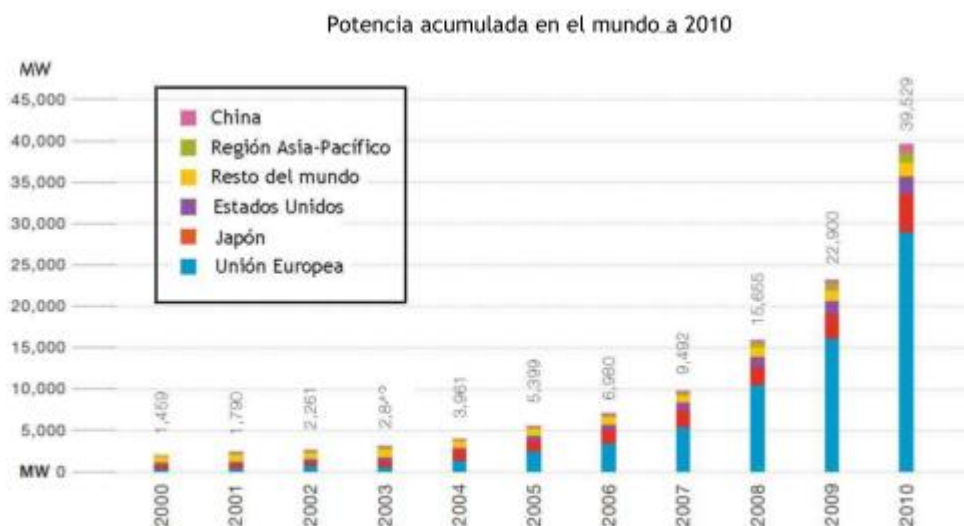


Figura 4.3 Potència acumulada d'energia fotovoltaica al món



A curt termini és previsible que aquesta distribució del mercat es mantingui, si bé hi ha països que comencen a despuntar, la qual cosa fa suposar també que en el futur el pes relatiu dels països amb més potència no serà tan preponderant com en l'actualitat. Així països com Itàlia, que es converteix l'any 2009 al segon mercat mundial, amb 711 MW instal·lats, i l'any 2010 s'estimen uns 2.321 MW més. A Europa la República Txeca que va instal·lar en 2009, 411 MW i en 2010 aproximadament uns 1.490 MW, i Bèlgica 210 MW en 2010. Japó i Estats Units segueixen mantenint-se en les seves posicions amb 990 MW i 980 MW instal·lats respectivament.

Les dades més rellevants de l'indústria solar fotovoltaica en el món són:

- Els països principals per potència instal·lada al 2010, per ordre, van ser: Alemanya (7.408 MW), Itàlia (2.321 MW), República Checa (1.490 MW), Japó (990 MW) i EUA (980 MW).
- La potència mundial instal·lada a l'any 2010 va ser de 16.600 MW, el que suposa un increment del 72% de la potència mundial acumulada respecte l'any 2009.
- El 79% de la potència mundial instal·lada al 2010 va ser a la UE, amb més de 13.240 MW. Dins de la Unió Europea el mercat alemany fou clarament el preponderant representant el 59% de tot el mercat europeu.
- Japó ha instal·lat 990 MW al 2010, arribant a una potència total instal·lada de 3,6 GW.
- EUA va instal·lar 980 MW, arribant aproximadament als 2,7 GW.
- Itàlia, amb una potència total acumulada de 3,4 GW es converteix en el segon mercat mundial a l'any 2009 i 2010, havent instal·lat 711 i 2.321 MW respectivament. Apareixen nous actors com Xina, amb 520 MW acumulats, i la Índia amb 30 MW.

4.4. Situació actual a la Unió Europea

A Europa, segons dades de EurObserv'ER, la potència instal·lada ascendia a finals de 2010 a 29.327 MWp, repartits entre 29.173 MWp d'instal·lacions connectades a xarxa i 154 MWp d'instal·lacions aïllades de la xarxa elèctrica. En la següent figura es mostra les potències acumulada en 2010 als principals països de la Unió Europea.

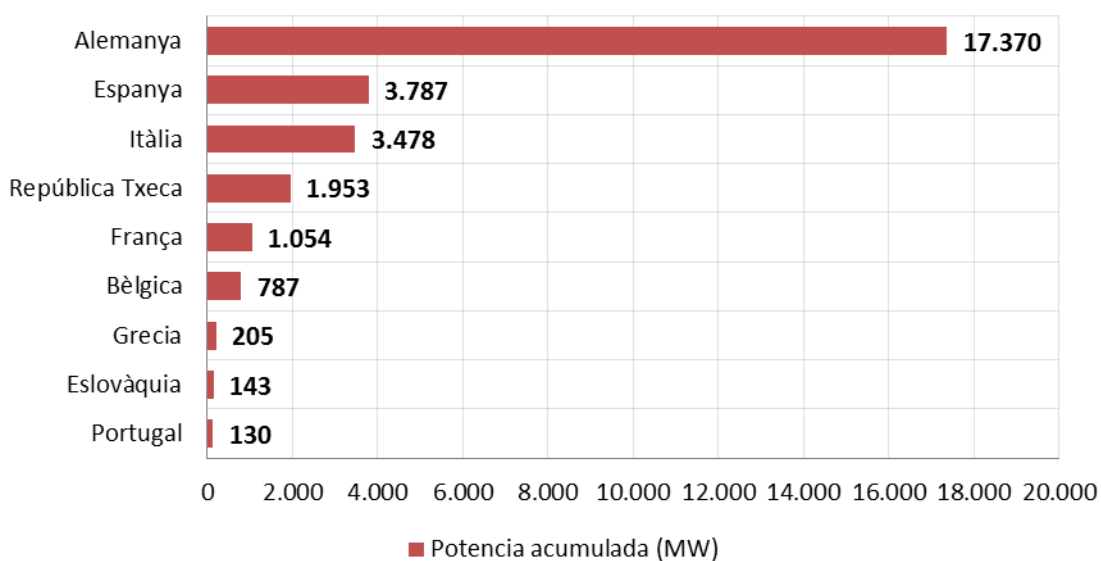


Figura 4.4 Potència acumulada d'energia fotovoltaica a Europa

Alemanya és el país de la Unió Europea amb major potència fotovoltaica acumulada, amb 17.370 MW instal·lats al 2010. Domina clarament el mercat europeu, representant el 59 % d'aquest. Espanya, amb 3.787 MW acumulats, és el segon país per potència acumulada al 2010.

L'any 2008 Espanya va ser el primer país per potència instal·lada, amb 2.705 MW, enfront dels 1.809 MW d'Alemanya, que va anar el segon país del món. La potència instal·lada a Espanya en 2009 no va obtenir un increment tan fort com l'any anterior a causa del canvi de regulació del sector. El tancament de 2010 mostra un increment pel que fa a 2009.

Entre la resta de països destaquen Itàlia, República Txeca, Bèlgica i França, que estudien polítiques de desenvolupament a semblança d'Alemanya i Espanya. És de destacar en aquest sentit al govern italià, que mitjançant l'aprovació del Nou Conto fixa una prima fixa addicional al preu de mercat de l'energia. Aquesta prima varia segons el nivell d'integració de la instal·lació i és vàlida durant els 20 primers anys d'explotació. El creixement del sector fotovoltaic a Itàlia, per tant, s'assenta sota les premisses d'incentius i la simplificació dels tràmits administratius.

Itàlia, amb aquestes polítiques, ha aconseguit uns 711 MW instal·lats l'any 2009 i un total acumulat l'any 2010 de 3.478 MW.

4.5. Situació actual a Espanya

Espanya se situa com el segon país a nivell mundial, després d'Alemanya, en potència



instal·lada. La potència total acumulada l'any 2010 va aconseguir els 3.787 MW.

A continuació es mostra l'evolució de potència instal·lada anualment i la total acumulada a Espanya connectada a xarxa fins a 2010.

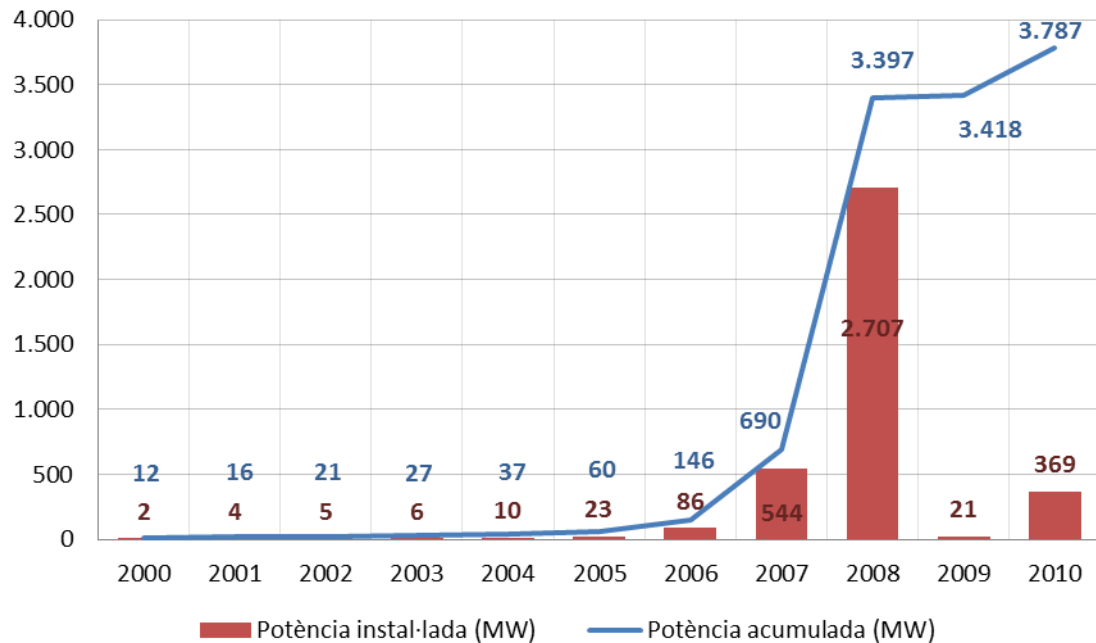


Figura 4.5 Evolució de la potència instal·lada a Espanya

Espanya és un dels països amb més hores d'irradiació solar en tot el Mediterrani. La major part del seu territori, excloent Canàries, rep més de 2.500 hores de sol a l'any. No obstant això, en la Península no s'aprofita com caldria esperar aquesta benedicció climatològica per convertir-la en energia. En el pol oposat, Alemanya, país amb molt menys sol, és el líder mundial en la producció d'aquesta energia. Cada any, el Sol llança sobre la Terra 4.000 vegades més energia que la que es consumeix. L'objectiu marcat per la UE és aconseguir que en el 2020 el 20% del consum energètic procedeixi de renovables, un gran benefici individual i col·lectiu.

4.6. El futur de l'energia solar fotovoltaica

Un cop vistos els grans avantatges d'aquest tipus d'energia, a tots nivells, es pot pensar que es tracta, amb seguretat, d'una de les energies del futur. És d'esperar doncs, que augmenti

la seva part en la producció mundial durant els pròxims anys.

Des de Brussel·les es demana que en el 2020 amb caràcter vinculant, el 20% del consum d'energia de la Unió Europea sigui d'origen renovable. Tot i això, no deixa de ser un acord que requerirà de la coherència i voluntat política dels governs europeus per a que es transformi en les decisions que tant han proclamat molt d'ells però gairebé ningú practica.

Per a Espanya, aquest acord recolza al sector de les energies renovables que porta més de 20 anys reclamant un marc econòmic i normatiu que desenvolupi el mercat de les energies renovables com a aposta tecnològica i innovadora davant un model de creixement econòmic basat en el consum d'hidrocarburs.

De la mateixa manera que Espanya ha aconseguit arribar al capdavant a nivell mundial en el desenvolupament de l'energia eòlica, un dels grans reptes hauria de ser millorar en la energia solar. Ja que, altres països com és el cas d'Alemanya o Àustria, fan deu vegades més energia solar amb un 35% menys de irradiació solar. Aquest fet ens dóna idea de la oportunitat que estem perdent.

El gran repte de l'energia fotovoltaica es incrementar el seu mercat i la seva demanda. En la mesura que augmenti la potencia instal·lada, els seus costos es reduiran i serà una tecnologia més competitiva. L'energia solar té un futur assegurat per una realitat objectiva i que té a veure amb la seguretat de proveïment. És a dir, quan s'acabin les reserves de gas i petroli, encara quedaran milions d'anys d'energia solar. És tracta de una energia de caràcter inesgotable.

L'energia fotovoltaica ha augmentat la seva eficiència en gran forma durant les últimes dècades, però encara no ho ha fet de manera suficient per entrar de forma massiva al mercat. Els fabricants experts de panells solars asseguren que les ventes serien majors si el cost en inversió inicial per als individus que desitgin adquirir aquests panells fos menor, o si les subvencions de l'Estat fossin més altes i els tràmits per aconseguir-les menys burocràtics.



5. Introducció al cotxe elèctric

Els cotxes elèctrics són aquells que es propulsen total o parcialment per un motor elèctric alimentat per bateries que es recarreguen a través d'una presa de corrent. La seva utilització presenta un munt de avantatges des de el punt de vista mediambiental, ja que permet disminuir el nivell d'emissions de CO₂ a la atmosfera. El vehicle 100% elèctric és l'alternativa de futur a la mobilitat i el transport urbà, gràcies a la utilització d'una energia neta i eficient com és l'energia elèctrica.



Figura 5.1 Cotxe elèctric carregant-se

Els motors elèctrics transformen l'energia elèctrica en energia mecànica per mitjà d'interaccions electromagnètiques. L'element conductor que tenen en el seu interior tendeix a moure's quan està dins d'un camp magnètic i rep corrent elèctrica. Els motors elèctrics ofereixen molts avantatges en front als de combustió, començant per un menor mida i pes, a més d'una major senzillesa tècnica.

Existeixen dos tipus de motors elèctrics: els de corrent continu (DC) i els de corrent altern (AC). Els primers són el motor més tradicional, l'acceleració és més lenta, però tenen una major velocitat punta. A més, els motors de corrent continu són més barats. Tot i ser més cars, els motors de corrent altern tenen bona fama ja que s'utilitzen en els cotxes de TESLA i Nissan, entre d'altres empreses. Tenen una taxa d'acceleració ràpida i són compatibles amb els sistemes de frenat regeneratiu. La principal diferència, però, és l'alimentació. El de corrent continu s'alimenta directament des de la bateria principal, i el de corrent altern ho fa a través de l'energia que emet la bateria prèviament transformada en corrent altern a través d'un inversor.

A nivell general, els vehicles elèctrics estan formats principalment pels següents components:

Carregador: El carregador o transformador convertidor es l'element que absorbeix l'electricitat de forma alterna (AC) directament de la xarxa i la transforma en corrent continua (DC), per a poder carregar la bateria principal.

Bateria: Les bateries de Liti emmagatzemen l'energia que li cedeix el carregador en forma de corrent continua (DC). Aquesta bateria principal es el medi per el qual s'alimenta tot el cotxe elèctric. Com ja s'ha comentat anteriorment, en els cotxes que tenen un motor elèctric de corrent continua, aquesta bateria aniria directament connectada al motor. En canvi, en els cotxes elèctrics de corrent alterna, la bateria va connectada a un inversor.

Convertidor: El convertidor transforma l'alta tensió de corrent continua, que aporta la bateria principal, en baixa tensió de corrent continua. Aquest tipus de corrent es el que s'utilitza per alimentar les bateries auxiliars de 12V, que son les que alimenten els components auxiliars elèctrics del cotxe.

Inversors: Els inversors o onduladors son els encarregats de transformar la corrent continua que cedeix la bateria principal, en corrent alterna. D'aquesta manera, es port a alimentar el motor en corrent alterna del cotxe elèctric. En el cas del cotxe amb el motor en DC, aquest component no existiria.

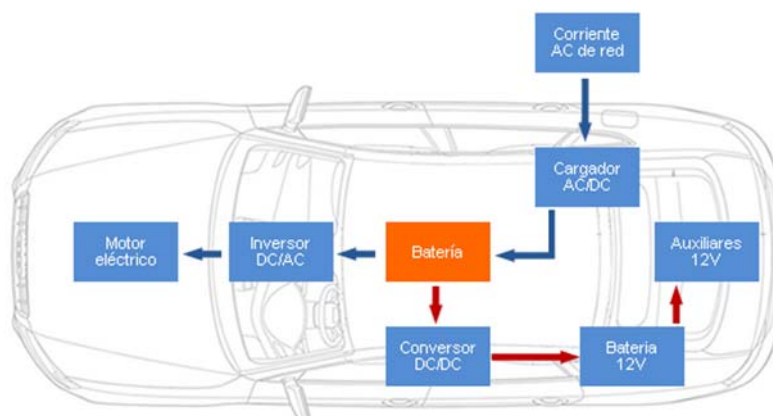


Figura 5.2 Esquema de funcionament d'un cotxe elèctric.



Una altre de les distincions entre els vehicles elèctrics, és la seva propulsió. Per diferenciar els cotxes que es propulsen total o parcialment per electricitat, distingim entre tres tipus de vehicles: els híbrids elèctrics (HEV), els híbrids endollables (PHEV) i els totalment elèctrics.

5.1. Vehicles híbrids elèctrics (HEV)

Equipen un motor de combustió interna i un motor elèctric d'imant permanent. En els avançaments s'obté potencia addicional del motor elèctric, alimentat per les bateries. En la frenada, el motor elèctric actua com a generador, recuperant part de l'energia cinètica. A baixes velocitats només el motor elèctric impulsa el vehicle, amb zero emissions, Al parar, el motor de combustió s'apaga i al arrancar, el motor elèctric subministra un parell no assolible a baixes revolucions per el de gasolina.

5.2. Vehicles híbrids endollables (PHEV)

L'evolució dels sistemes de bateries híbrids permetran la connexió d'aquests vehicles (PHEV), per a recórrer les primeres desenes de kilòmetres d'un viatge, a partir de l'energia elèctrica obtinguda de la xarxa.

5.3. Vehicles totalment elèctrics

Les actuals capacitats de les bateries fan que aquests vehicles es considerin de limitada utilitat per la seva autonomia i temps de recàrrega necessaris.

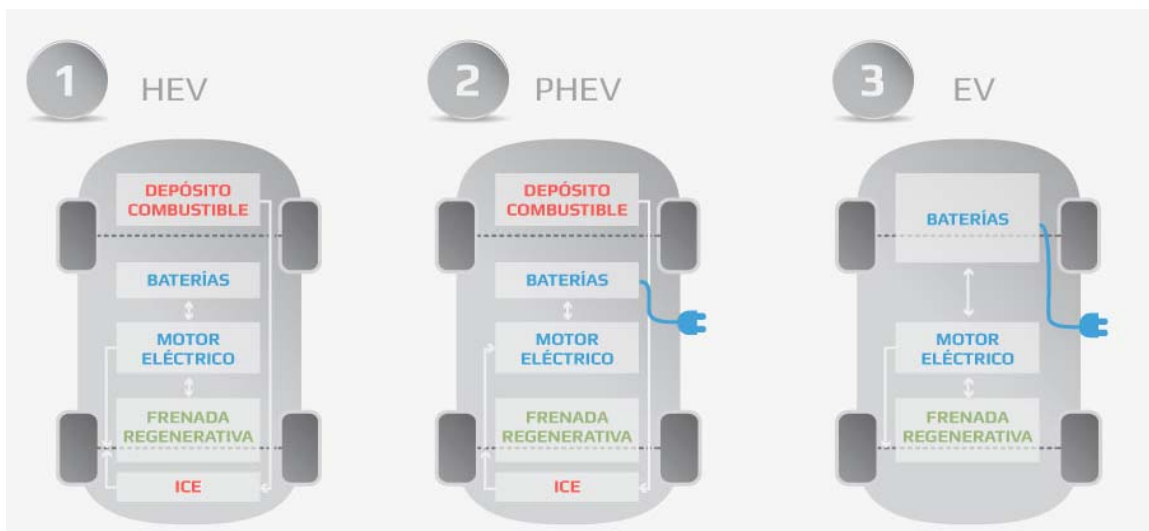


Figura 5.3 Esquema dels diferents tipus de vehicles elèctrics

5.4. Infraestructura de recarrega

Com qualsevol sistema de transport, el vehicle elèctric requereix de l'existència d'una infraestructura que li permeti tenir accés a la font d'energia que alimenta el seu motor, en aquest cas, l'electricitat.

Un dels principals reptes del vehicle elèctric és crear una infraestructura de recarrega fiable, accessible i còmoda per al ciutadà.

Una possible opció per catalogar els punts de recarrega és en funció de la seva ubicació i ús és:

Públics:

- Vies públiques
- Garatges privats
- Estacions de serveis de recarrega

Privats:

- Garatges de particulars
- Garatges per a flotes

5.4.1. Tipus de Recarrega

En l'actualitat hi ha diversos tipus de recarrega; des dels lents, idonis per recarregar a casa, fins als més ràpids, capaços de completar la càrrega en deu minuts.

- **Càrrega lenta:** és la més estandarditzada i tots els fabricants de vehicles elèctrics l'accepten. Se sol realitzar amb corrent altern monofàsica a una tensió de 230 volts (V) i una intensitat de fins a 16 ampers (A). El temps necessari per a una recarrega completa de la bateria (tipus 24kWh) ronda entre les 6 i 8 hores. És apte per a garatges privats, ja que és la mateixa tensió i corrent que la domèstica.

- **Càrrega semi-ràpida:** només l'accepten alguns vehicles, encara que és previsible que en dates properes sigui un tipus de recarrega bastant comú. La càrrega es realitza amb corrent altern trifàsic, amb una tensió de 400V i una intensitat de fins a 64A. En aquest cas, el temps de recarrega es redueix a 3 o 4 hores.

- **Carrega ràpida:** concebuda a més llarg termini per les seves majors complicacions. Alguns fabricants ja l'admeten. Consisteix a alimentar al vehicle amb corrent continu a 400V i fins a 400A. El temps de recarrega es redueix a uns 15 - 30 minuts.

El objectiu a llarg termini, seria el de implementar la càrrega ràpida a la via pública i mantenir



la càrrega lenta en domicilis privats on pernocten els vehicles.

5.4.2. Modes de recàrrega a Espanya

La norma UNE-EN 61851 (sistema conductiu de càrrega per a vehicles elèctrics), defineix els tipus i requisits de models de càrrega que empraran els vehicles elèctrics a Espanya. La classificació proposada i les seves característiques es mostren a continuació:

Manera 1. Càrrega en base de presa de corrent d'ús no exclusiu.

- Ocupació d'una presa de corrent normalitzat però no exclusiva per a vehicles elèctrics
- Connexió del VE a la xarxa de corrent altern amb una intensitat màxima permesa de fins a 16 A.
- Es considera una manera de càrrega a nivell privat; encara que en alguns països, com EE.UU, està prohibit.



Figura 5.4 Càrrega en base de presa de corrent d'ús no exclusiu

Manera 2. Base de presa de corrent estàndard d'ús no exclusiu amb protecció inclosa en el cable.

- Connexió del vehicle elèctric a una base de presa de corrent normalitzat, mitjançant un cable especial que compti amb un conductor pilot de control (entre el VE i la clavilla) i un sistema de protecció diferencial.
- Intensitat màxima de recarrega permesa de fins a 32 A.



Figura 5.5 Presa de corrent estàndard d'ús no exclusiu amb protecció inclosa en el cable.

Manera 3. Presa de corrent especial per a ús exclusiu a la recarrega del vehicle elèctric.

- Estació de recarrega per a ús exclusiu del vehicle elèctric (SAVE dedicat, Sistema d'Alimentació específic per a Vehicles Elèctrics), permet la comunicació "intel·ligent" entre el vehicle i l'operador del sistema elèctric.
- Intensitat màxima de recarrega permesa de fins a 32 A (encara que és possible que s'ampliï a 64 A)



Figura 5.6 Presa de corrent estàndard d'ús no exclusiu amb protecció inclosa en el cable.

Manera 4. Connexió de corrent continu.

-El vehicle elèctric es connecta a la xarxa de Baixa Tensió a través d'un SAVE dedicat, dins de l'estació de recarrega es realitza la conversió AC/DC. Les funcions de control i protecció estan en el costat de la instal·lació fixa.

-Aquest model està pensat per la recarrega ràpida, amb intensitats de corrent de fins a 400 A.





Figura 5.7 Connexió de corrent continu

Al juny de 2011 havia instal·lats 558 punts de recarrega a Espanya. Les ciutats amb major nombre de punts de recarrega són Barcelona i Madrid.



Figura 5.8 Ranking de punts de recàrrega instal·lats a les diferents ciutats d'Espanya

5.4.3. Tipus de connector

Per a acabar amb la recàrrega de vehicles elèctrics queda explicar la última de les seves característiques, els tipus de connectors.

Es tracta dels diferents tipus d'endolls o clavilles que s'usen per a recarregar els vehicles elèctrics. Els tipus de connectors no estan estandarditzats a nivell mundial i com passa amb els endolls domèstics, poden ser diferents segons els països. D'aquesta manera, hi ha diferents endolls, amb diferents grandàries i característiques. Hi ha hagut un intent d'unió entre alemanys i nord-americans amb el "sistema combinat", però no s'han posat d'acord amb japonesos i francesos. A continuació s'expliquen els diferents tipus de connectors:

Connector Domèstic Schuko: és compatible amb les preses de corrent Europees. Té dos borns i presa de terra. Suporta corrents de fins a 16 A. Únicament per a recàrrega lenta i sense comunicació integrada. El podem trobar en múltiples electrodomèstics.



Figura 5.9 Connector Schuko

Connector SAE J1772: de vegades conegut també com Yazaki. És un estàndard Americà i és específic per a vehicles elèctrics. Mesura 43 mm de diàmetre, té 5 borns, els dos de corrent, el de terra, i dos complementaris de detecció de proximitat (el cotxe no es pot moure mentre estigui endollat) i de control (comunicació amb la xarxa). Consta de dos nivells:

Nivell 1: fins a 16 A, per a recàrrega lenta.

Nivell 2: fins a 80 A, per a recàrrega ràpida.



Figura 5.10 Connector SAE J1772

Connector Mennekes: es tracta d'un connector Alemany de tipus industrial. Mesura 55mm de diàmetre. Té 7 borns, quatre per corrent trifàsica, el de terra i dos per a comunicacions.

Monofàsic, fins a 16 A, per a recàrrega lenta.

Trifàsic, fins a 63 A (43,8 kW) per a recàrrega ràpida.

*Figura 5.11 Connector Mennekes*

Connector Combinat: es tracta del connector comentat amb anterioritat, una proposta per alemanys i nord-americans com a solució estàndard. Té 5 borns per a corrent, protecció a terra i comunicació amb la xarxa. Admet recàrrega ràpida i lenta.

*Figura 5.12 Connector Combinat*

Connector Scame: és el estàndard dels fabricants francesos. Té 5 o 7 borns, ja sigui per a corrent monofàsica o trifàsica, connexió a terra i comunicació amb la xarxa. Admet fins a 32 A per a recàrrega semi-ràpida.



Figura 5.13 Connector Scame

Connector CHAdeMO: principalment recolzat pels fabricants japonesos. Està pensat específicament per a la recàrrega ràpida amb corrent continua. Té 10 borns, presa a terra i comunicació amb la xarxa. Admet fins a 200 A d'intensitat de corrent.

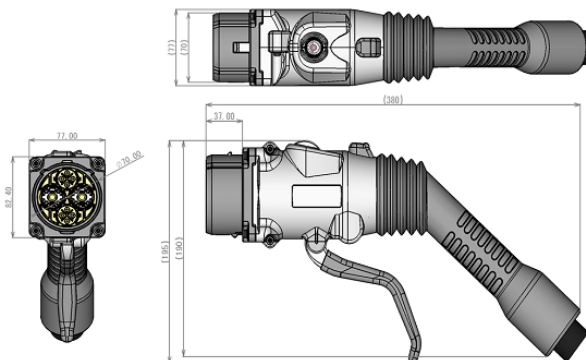


Figura 5.14 Connector CHAdeMO



5.5. Avantatges i desavantatges del cotxe elèctric

Com en tot, els cotxes elèctrics tenen avantatges i desavantatges respecte als vehicles convencionals alimentats amb combustibles fòssils. Tot seguit, es destaquen les principals de cada banda:

5.5.1. Avantatges del cotxe elèctric

- Un motor elèctric no crema combustible durant el seu ús, per tant, no emet gasos a l'atmosfera. No produeix contaminació atmosfèrica.
- Pràcticament, no fa soroll al funcionar i les seves vibracions són imperceptibles. No produeix contaminació sonora.
- El seu ús permet prescindir de combustible i així s'estalvia petroli, una matèria prima limitada.
- Un motor elèctric produït en sèrie es més compacte, més barat i molt més simple que un motor de combustió interna. No necessita circuit de refrigeració, ni oli, ni un manteniment excessiu.
- Major eficiència i parell motor a partir de 0 revolucions. A més, amb la total absència de marxes es tradueix en una millor resposta en acceleració.
- Resulta senzill recuperar l'energia de les frenades (o part d'ella) per a recarregar les bateries, perquè un motor elèctric pot ser també un generador elèctric.

5.5.2. Desavantatges del cotxe elèctric

- El principal desavantatge i el més important és la autonomia que té el cotxe elèctric sense connectar-lo a la xarxa. El fet de que als 100 o 200 kilòmetres de viatge s'hagi de recarregar les bateries limita molt als usuaris. Tot i això, les marques de cotxes treballen per augmentar l'autonomia dels seus models i cada cop trobem cotxes amb més autonomia.
- Un altre inconvenient relacionat amb l'autonomia del vehicle es el temps de càrrega, ja que es necessiten hores per a realitzar una càrrega completa.
- A més, les bateries elèctriques tenen data de caducitat, ja que es degeneren amb l'ús i comencen a tenir menor capacitat de càrrega.

5.6. L'autoconsum

5.6.1. Introducció

L'autoconsum es la capacitat de consumir la teva pròpia electricitat generada, podent vendre l'energia sobrant i/o comprant l'energia que ens calgui. En el present projecte, per a generar electricitat es fa ús de lones fotovoltaïques col·locades en el sostre d'una nau industrial per a aprofitar l'energia solar fotovoltaica i transformar-la en electricitat.

Aquesta capacitat per a generar electricitat té grans avantatges. En primer lloc, l'autoconsum permet un gran estalvi del consum elèctric de la xarxa. Tota aquella electricitat que es pugui consumir de la generada es un estalvi respecte al consum que es faria de la xarxa elèctrica. Aquest estalvi en el consum elèctric de la xarxa es transforma en un estalvi econòmic important. Cal comentar que en la data en la que s'està realitzant aquest projecte hi ha pendent la aplicació del anomenat "peatge de recolzament". Aquest peatge, que s'explicarà de forma extensiva en el *punt 5.6.3*, si s'acaba aplicant seria un preu aplicat a aquella energia generada per instal·lacions d'autoconsum. Com encara no esta aplicat i es tracta únicament d'un esborrany, l'estalvi econòmic que representa l'autoconsum actualment es gran, ja que l'electricitat generada es pot consumir de manera gratuïta. Caldria veure, per tant, quina seria la repercussió que tindria en l'estalvi econòmic l'ús de l'autoconsum amb el peatge de recolzament.

D'altra banda, l'autoconsum es una solució ecològica ja que fa ús de tecnologies netes i per tant no té repercussió negativa important en el medi ambient.



5.6.2. Tipus d'autoconsum

En l'autoconsum podem distingir entre quatre tipus: l'autoconsum aïllat, amb injecció a la xarxa, amb injecció 0 a la xarxa, diferit amb injecció 0 a la xarxa.

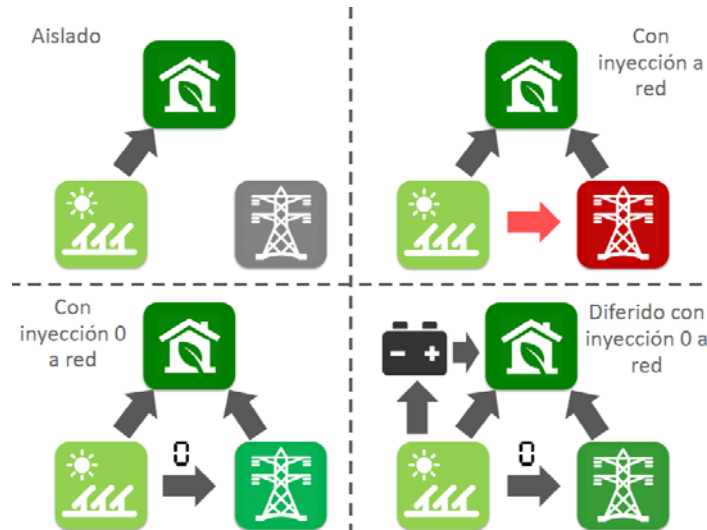


Figura 5.15 Diferents tipus d'autoconsum

Cadascun d'aquests tipus d'autoconsum té les seves avantatges i els seus inconvenients, de manera que segons per a quina aplicació sigui serà més convenient un o altre.

L'autoconsum aïllat és especialment recomanable per a aquells edificis/instal·lacions on és difícil o car fer arribar la xarxa elèctrica. En el cas que ens ocupa, aquest no és el tipus més recomanable per diverses raons. En primer lloc, la instal·lació està situada en un lloc geogràfic on fer arribar la xarxa elèctrica no és cap problema. A més, amb aquesta instal·lació d'autoconsum només es permetria generar energia (i per tant consumir-la) en aquelles hores on la irradiància del Sol fos potent, descartant així les hores de nit i matinalda per exemple.

En l'autoconsum amb connexió a la xarxa, tota la potència fotovoltaica va a la instal·lació/edifici i la sobrant a la xarxa. No està prohibit, però implica donar-se d'alta com un productor d'electricitat més. Això, implica que si la generació d'energia està encarada a consumir-la i/o l'energia sobrant no és d'una gran magnitud ni sobra de manera constant, no surt a compte utilitzar aquest tipus d'instal·lació per a l'autoconsum. En el cas que ens ocupa, aquest tampoc és el tipus més recomanable. La instal·lació està encarada per a utilitzar l'electricitat generada per a carregar cotxes i no es preveu que sobri una gran quantitat d'energia de manera habitual.

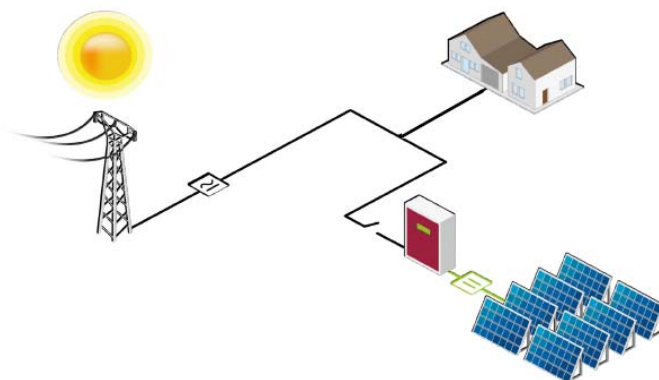


Figura 5.16 Autoconsum amb connexió a la xarxa

Pel que fa l'autoconsum diferit amb injecció 0 a la xarxa, és el més recomanat per a consums distribuïts al llarg del dia. El fet de tenir bateries permet acumular energia, aprofitant els excedents de màxima irradiació i dies de màxima insolació. Aquest és el tipus de instal·lació que en quant a definició teòrica millor s'adequa a aquest projecte. El problema és econòmic, al tractar-se d'una instal·lació de una potència important la quantitat de bateries seria molt gran. Aquesta quantitat de bateries i el seu manteniment durant el funcionament de la instal·lació fa que la inversió inicial i de manteniment sigui de gran magnitud i per tant no surt a compte.

Per últim, l'autoconsum amb injecció 0 a la xarxa, és especialment recomanat per a consums diürns. Per a solucionar el problema de consum d'energia quan la irradiació solar sigui mínima en algunes hores del dia i es necessiti més energia que la generada es podria comprar energia de la xarxa. En el projecte que ens ocupa aquesta és la opció més viable ja que la inversió inicial no és una barbaritat i el estalvi en el consum d'energia de la xarxa és gran.



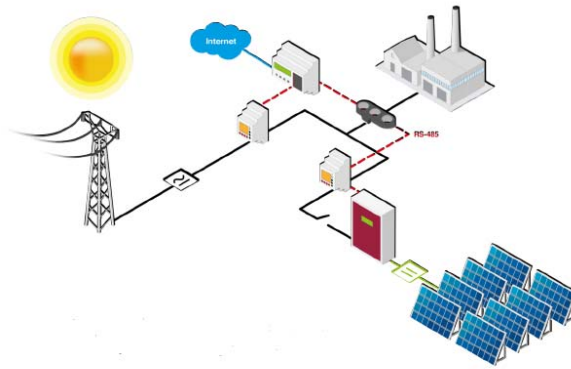


Figura 5.17 Autoconsum amb injecció 0 a la xarxa

5.6.3. Esborrany sobre els peatges de recolzament

Cal destacar, de forma concreta, l'esborrany sobre els nous peatges de recolzament que ja s'ha comentat en el punt anterior. El Ministeri d'Indústria vol carregar amb el peatge citat als usuaris amb autoconsum connectats a la xarxa que generin electricitat per al seu propi ús segons consta en el Reial Decret que regula aquesta activitat.

L'autoconsumidor haurà de pagar aquest nou peatge per l'electricitat que produeixi per al seu propi consum. És a dir, l'autoconsumidor haurà de pagar l'electricitat que consumeixi de la xarxa, el peatge habitual, més el peatge de generació, quan aquesta electricitat sigui abocada a la xarxa.

Aquest nou peatge de recolzament ha sigut aplicat amb l'argument de que l'autoconsumidor des del moment que està connectat al sistema elèctric, té el recolzament que ofereix el conjunt de la infraestructura.

Com indica la norma, aquest peatge de recolzament indica que l'autoconsumidor haurà de fer front als costos del sistema elèctric, incloent aquells necessaris per a finançar les tecnologies de recolzament.

També estableix que el consumidor amb règim d'autoconsum y el productor de l'electricitat han de ser la mateixa persona física o jurídica, y encara que sigui en diferents instal·lacions només es podrà fer servir una tecnologia per cada referència cadastral. Provocant la incompatibilitat de tenir una placa fotovoltaica com altres modalitats, la solar tèrmica, la geotèrmia, la eòlica, y segons la llista que ofereix la Indústria, la energia de las onades, mareas, roques calentes, la oceanotèrmica o la dels corrents marins.

En la memòria del Reial Decret s'explica que aquest nou càrrec econòmic anirà destinat per

una part, a contribuir a la cobertura dels costos del sistema, com la resta de consumidors, i també a retribuir la funció de recolzament que el sistema requereix per garantir la balança entre generació i demanda a temps real.

Aquest nou peatge es calcularà tenint en compte tres aspectes; el terme variable dels peatges d'accés, el valor dels pagaments per la capacitat que correspongui i el preu estimat dels serveis d'ajustos.



6. Descripció de l'àmbit d'actuació

6.1. Introducció

El present projecte tracta de realitzar un estudi teòric sobre la implantació d'una “electro-benzinera”. Realitzar un estudi tècnic, econòmic i mediambiental de la implantació de panells fotovoltaïques sobre la coberta d'una nau industrial, aprofitant l'energia captada per a recarregar vehicles elèctrics a partir de postes de recàrrega. Per a fer-ho es calcularà l'ordre de magnitud que suposaria convertir la coberta de la nau industrial en cobertes actives en quant a generació d'energia elèctrica, i aprofitar aquests recursos per al consum de recàrrega de vehicles.

6.2. Àmbit d'actuació sobre el qual es fonamenta l'estudi

Abans d'entrar en detall respecte al càlcul del dimensionament de la instal·lació, a continuació es presenta la localització de la nau industrial i el pàrquing, a la província de Barcelona.



Figura 6.1 Mapa de l'aparcament del aeroport (Google Maps)

7. Instal·lació elèctrica

Partint de la instal·lació de lones solars fotovoltaïques del treball de fi de grau “Nau industrial per a la recàrrega de vehicles elèctrics (Producció d'energia)”, es realitza tota la instal·lació elèctrica per a distribuir la energia obtinguda amb les lones fins als postes de recarrega vehicles elèctrics.

Per començar, la instal·lació solar fotovoltaica és de 720 kW de potència, distribuïda en 8 mòduls, 7 de 100 kW i 1 de 20 kW. Així, es decideix fer un total de 8 circuits elèctrics, 1 per a cada mòdul, per a alimentar els postes de recàrrega. Per a entendre quina serà la distribució en planta dels diferents circuits, la *Figura 7.1* facilita la comprensió. Encerclada la situació dels inversors del TFG comentat amb anterioritat, en vermell enumerats els mòduls de 100 kW i en blau el mòdul de 20 kW.



Figura 7.1 distribució en planta dels diferents circuits (Google Maps)

Cadascun dels mòduls de 100 kW, podran alimentar un total de 27 cotxes, per tant cadascun dels circuits alimentaran els postes de una de les fileres amb sostre. El mòdul de 20 kW, alimentarà 5 postes. Aquests valors s'explicaran més endavant en el dimensionament del cablejat.

Per a entendre quina serà la distribució de cadascun dels circuits, es mostra el següent esquema fet amb el programa AutoCad, que permet la comprensió de la instal·lació elèctrica de cadascun d'ells.

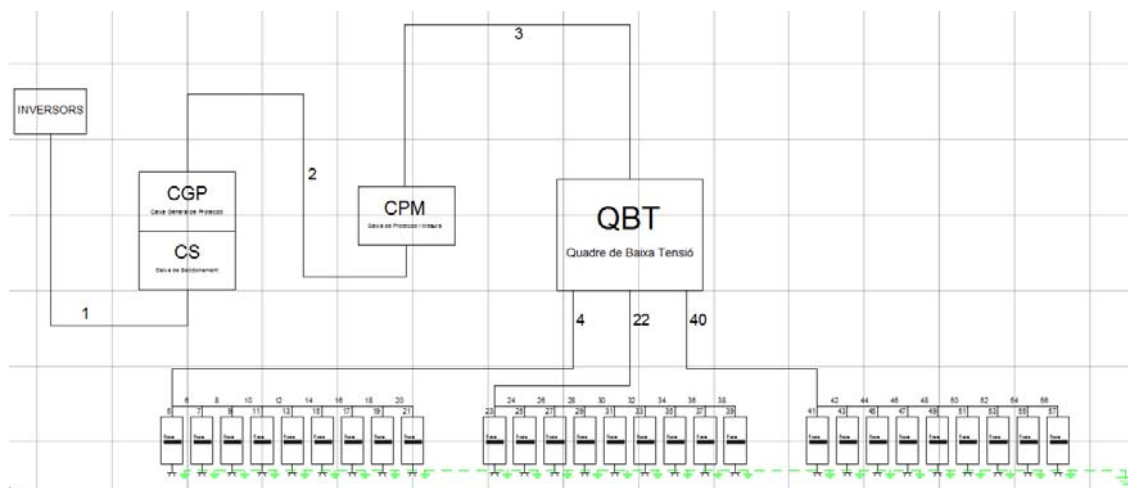


Figura 7.2 visió general del circuit d'un mòdul de 100kW

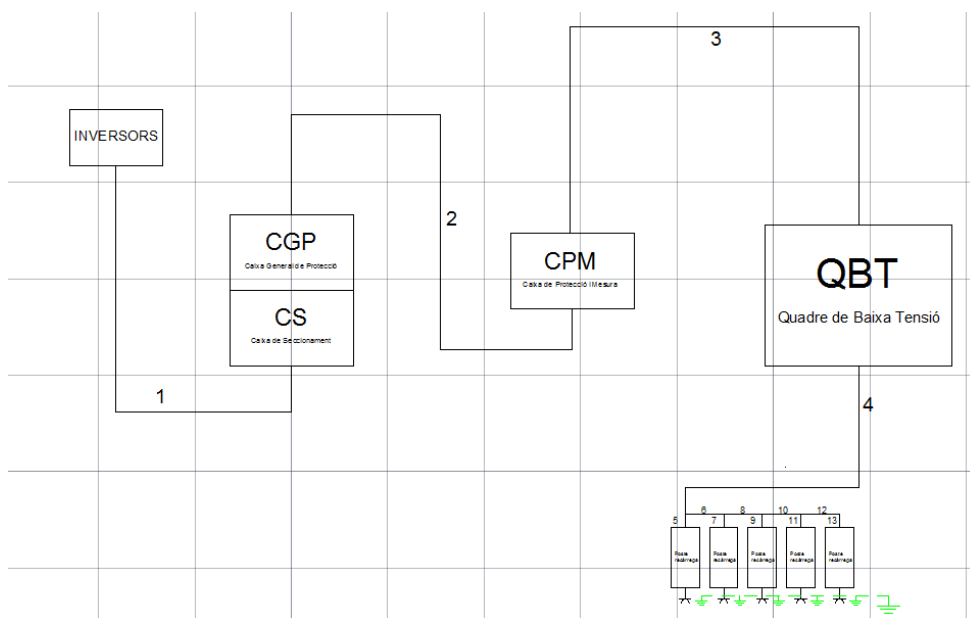


Figura 7.3 visió general del circuit del mòdul de 20kW



En el quadre de Baixa Tensió de la figura 7.3, hi arriben els 8 circuits corresponents als 7 mòduls de 100 kW i al mòdul de 20 kW. Dins del QBT hi ha una sèrie de proteccions que s'explicaran més endavant en el apartat 7.2. A la sortida del mateix, surten un total de 28 circuits que alimentaran els diferents postes de recàrrega. A les figures 7.4 i 7.5 es veuen els circuits d'entrada i sortida i les diferents proteccions.

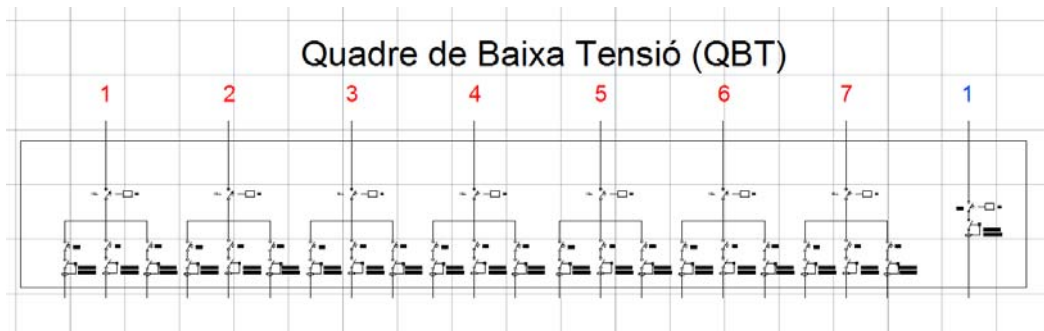


Figura 7.4 visió interior del quadre de baixa tensió

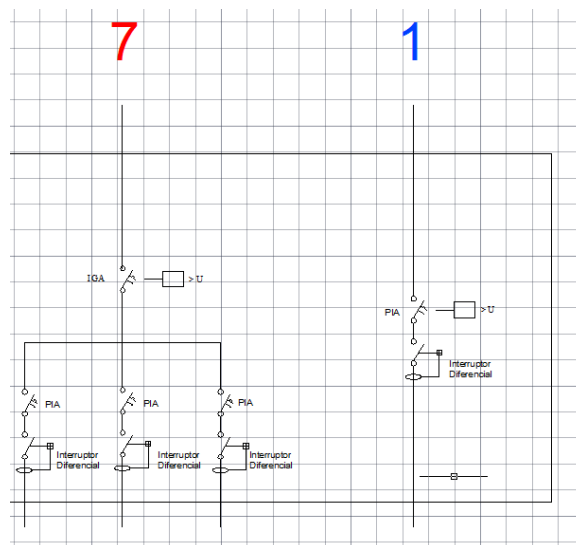


Figura 7.5 Ampliació de la figura 7.4

7.1. Dimensionament del cablejat

Els càlculs del dimensionament del cablejat per a la instal·lació han estat calculats amb un full d'Excel, com el que es presenta a continuació.

Modul	TRAM	Caracteristiques de la instal·lació						
		Mono/Tri	Tipus instal·lació	Lletra	Cable	Uassignada	Aïllament	Tipus cable
Modul 1 100kW	1	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	2	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	3	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	4	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	5	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	6	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	7	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	8	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	9	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	10	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	11	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	12	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	13	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	14	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	15	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	16	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	17	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	18	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	19	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	20	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	21	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	22	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	23	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	24	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	25	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	26	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	27	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	28	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	29	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	30	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	31	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	32	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	33	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	34	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	35	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	36	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	37	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	38	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	39	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	40	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	41	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	42	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	43	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	44	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	45	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	46	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	47	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	48	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	49	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	50	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	51	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	52	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	53	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	54	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	55	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	56	Trifàsica	Subterrat	D	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)
	57	Monofàsica	Superficial	B2	Unipolar	0,6/1kV	XLPE	RZ1-K(AS)

Modul	TRAM	Caracteristiques electriques				
		P.nominal (W)	cos(fi)	Voltatge (V)	Inominal (A)	Icalcul (A)
Modul 1 100kW	1	100000,0	1	400	144,34	144,34
	2	100000,0	1	400	144,34	144,34
	3	100000,0	1	400	144,34	144,34
	4	33120,0	1	400	47,80	47,80
	5	3680,0	1	230	16,00	16,00
	6	29440,0	1	400	42,49	42,49
	7	3680,0	1	230	16,00	16,00
	8	25760,0	1	400	37,18	37,18
	9	3680,0	1	230	16,00	16,00
	10	22080,0	1	400	31,87	31,87
	11	3680,0	1	230	16,00	16,00
	12	18400,0	1	400	26,56	26,56
	13	3680,0	1	230	16,00	16,00
	14	14720,0	1	400	21,25	21,25
	15	3680,0	1	230	16,00	16,00
	16	11040,0	1	400	15,93	15,93
	17	3680,0	1	230	16,00	16,00
	18	7360,0	1	400	10,62	10,62
	19	3680,0	1	230	16,00	16,00
	20	3680,0	1	400	5,31	5,31
	21	3680,0	1	230	16,00	16,00
	22	33120,0	1	400	47,80	47,80
	23	3680,0	1	230	16,00	16,00
	24	29440,0	1	400	42,49	42,49
	25	3680,0	1	230	16,00	16,00
	26	25760,0	1	400	37,18	37,18
	27	3680,0	1	230	16,00	16,00
	28	22080,0	1	400	31,87	31,87
	29	3680,0	1	230	16,00	16,00
	30	18400,0	1	400	26,56	26,56
	31	3680,0	1	230	16,00	16,00
	32	14720,0	1	400	21,25	21,25
	33	3680,0	1	230	16,00	16,00
	34	11040,0	1	400	15,93	15,93
	35	3680,0	1	230	16,00	16,00
	36	7360,0	1	400	10,62	10,62
	37	3680,0	1	230	16,00	16,00
	38	3680,0	1	400	5,31	5,31
	39	3680,0	1	230	16,00	16,00
	40	33120,0	1	400	47,80	47,80
	41	3680,0	1	230	16,00	16,00
	42	29440,0	1	400	42,49	42,49
	43	3680,0	1	230	16,00	16,00
	44	25760,0	1	400	37,18	37,18
	45	3680,0	1	230	16,00	16,00
	46	22080,0	1	400	31,87	31,87
	47	3680,0	1	230	16,00	16,00
	48	18400,0	1	400	26,56	26,56
	49	3680,0	1	230	16,00	16,00
	50	14720,0	1	400	21,25	21,25
	51	3680,0	1	230	16,00	16,00
	52	11040,0	1	400	15,93	15,93
	53	3680,0	1	230	16,00	16,00
	54	7360,0	1	400	10,62	10,62
	55	3680,0	1	230	16,00	16,00
	56	3680,0	1	400	5,31	5,31
	57	3680,0	1	230	16,00	16,00

Modul	TRAM	Secció (mm ²)				Imax. (A)					
		Fase	Neutre	Terra	Tub	Imax	Tº	Agrup.	Resistivitat	Profunditat	Imax.
Modul 1 100kW	1	70	35	-	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	2	70	35	-	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	3	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	4	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	5	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	6	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	7	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	8	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	9	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	10	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	11	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	12	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	13	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	14	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	15	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	16	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	17	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	18	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	19	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	20	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	21	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	22	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	23	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	24	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	25	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	26	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	27	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	28	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	29	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	30	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	31	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	32	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	33	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	34	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	35	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	36	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	37	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	38	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	39	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	40	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	41	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	42	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	43	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	44	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	45	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	46	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	47	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	48	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	49	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	50	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	51	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	52	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	53	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	54	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	55	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30
	56	70	35	70	125	178	0,85	1	1	0,99	149,79
	57	2,5	2,5	2,5	16	30	0,91	1	1	1	27,30

Modul	TRAM	Caiguda de tensió				
		Long. (m)	Resistivitat ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	Parcial (V)	Acumulable (V)	Total (%)
Modul 1 100kW	1	1	0,0194112	0,0693	0,0693	0,02%
	2	1	0,0194112	0,0693	0,1387	0,03%
	3	80	0,0194112	5,5461	5,6847	1,42%
	4	3	0,0194112	0,0689	5,7536	1,44%
	5	2	0,0194112	0,4969	6,2505	2,72%
	6	3	0,0194112	0,0612	6,3117	1,58%
	7	2	0,0194112	0,4969	6,8087	2,96%
	8	3	0,0194112	0,0536	6,8622	1,72%
	9	2	0,0194112	0,4969	7,3592	3,20%
	10	3	0,0194112	0,0459	7,4051	1,85%
	11	2	0,0194112	0,4969	7,9020	3,44%
	12	3	0,0194112	0,0383	7,9403	1,99%
	13	2	0,0194112	0,4969	8,4372	3,67%
	14	3	0,0194112	0,0306	8,4678	2,12%
	15	2	0,0194112	0,4969	8,9648	3,90%
	16	3	0,0194112	0,0230	8,9877	2,25%
	17	2	0,0194112	0,4969	9,4846	4,12%
	18	3	0,0194112	0,0153	9,5000	2,37%
	19	2	0,0194112	0,4969	9,9969	4,35%
	20	3	0,0194112	0,0077	10,0045	2,50%
	21	2	0,0194112	0,4969	10,5015	4,57%
	22	20	0,0194112	0,4592	6,1439	1,54%
	23	2	0,0194112	0,4969	6,6408	2,89%
	24	3	0,0194112	0,0612	6,7021	1,68%
	25	2	0,0194112	0,4969	7,1990	3,13%
	26	3	0,0194112	0,0536	7,2526	1,81%
	27	2	0,0194112	0,4969	7,7495	3,37%
	28	3	0,0194112	0,0459	7,7954	1,95%
	29	2	0,0194112	0,4969	8,2924	3,61%
	30	3	0,0194112	0,0383	8,3306	2,08%
	31	2	0,0194112	0,4969	8,8275	3,84%
	32	3	0,0194112	0,0306	8,8582	2,21%
	33	2	0,0194112	0,4969	9,3551	4,07%
	34	3	0,0194112	0,0230	9,3780	2,34%
	35	2	0,0194112	0,4969	9,8750	4,29%
	36	3	0,0194112	0,0153	9,8903	2,47%
	37	2	0,0194112	0,4969	10,3872	4,52%
	38	3	0,0194112	0,0077	10,3949	2,60%
	39	2	0,0194112	0,4969	10,8918	4,74%
	40	40	0,0194112	0,9184	6,6031	1,65%
	41	2	0,0194112	0,4969	7,1001	3,09%
	42	3	0,0194112	0,0612	7,1613	1,79%
	43	2	0,0194112	0,4969	7,6582	3,33%
	44	3	0,0194112	0,0536	7,7118	1,93%
	45	2	0,0194112	0,4969	8,2087	3,57%
	46	3	0,0194112	0,0459	8,2546	2,06%
	47	2	0,0194112	0,4969	8,7516	3,81%
	48	3	0,0194112	0,0383	8,7898	2,20%
	49	2	0,0194112	0,4969	9,2868	4,04%
	50	3	0,0194112	0,0306	9,3174	2,33%
	51	2	0,0194112	0,4969	9,8143	4,27%
	52	3	0,0194112	0,0230	9,8373	2,46%
	53	2	0,0194112	0,4969	10,3342	4,49%
	54	3	0,0194112	0,0153	10,3495	2,59%
	55	2	0,0194112	0,4969	10,8464	4,72%
	56	3	0,0194112	0,0077	10,8541	2,71%
	57	2	0,0194112	0,4969	11,3510	4,94%

Per a facilitar la comprensió de les taules i per a explicar d'on surt cadascun dels valors tot seguit es farà una explicació de cadascun dels valors que apareixen al full de càlcul.

En les files, es troben els diferents trams del mòdul que s'estudia, ja sigui de 100kW o de 20 kW. Cadascun dels trams es mostren a les imatges 7.2 i 7.3 mostrades amb anterioritat.

Pel que fa les columnes, hi ha varis conceptes a entendre i es farà una breu explicació de cadascun d'ells.

7.1.1. Característiques de la instal·lació

En aquest primer apartat, es fa una assimilació de les característiques físiques que tindrà la instal·lació i el cablejat, així com el seu aïllament per exemple. Així, es farà un primer anàlisi de les característiques del cable que ens servirà per realitzar una classificació del cablejat segons les seves característiques per a poder diferenciar a quines taules del REBT documentar-se per a fer els diferents càlculs de dimensionat del cablejat.

Monofàsic/Trifàsic

Es considera que tots aquells trams que són únicament destinats al transport de l'electricitat són trifàsics. Això es degut a que el transport en trifàsic fa disminuir la secció del cablejat. En canvi, el cablejat que es dedica a la distribució i recàrrega de les bateries dels vehicles, es farà en monofàsic. Com ja s'ha explicat la recàrrega de les bateries es realitzarà amb càrrega lenta (corrent monofàsic, intensitat 16A i voltatge 230 V).

Tipus d'instal·lació

Pel que fa la situació física del cablejat de la instal·lació s'ha considerat que dintre de les possibles solucions (soterrat, encastat, superficial o canal d'obra), les més adients per a aquest projecte en qüestió són trams soterrats i trams superficials. Com passa amb els corrents trifàsics o monofàsics, la situació del cable dependrà de si es tracta de cablejat de transport o de distribució i recàrrega.

En tractar-se de un pàrquing pròxim a la nau industrial estudi d'objecte del projecte, es considera que el cablejat soterrat es millor solució que es presenta per a transportar la energia. En canvi, com que els postes de recàrrega dels vehicles considerats són superficials ens els trams de distribució i recàrrega es consideren superficials.



Lletra

Aquesta lletra ve determinada segons la taula 52-B1 de la norma UNE 20460-5-523. Com es veu en la taula, aquesta lletra serveix com a distinció per a la instal·lació de referència que es té en compte. En el nostre cas les lletres seran B2 (superficials) o D (soterrats).

Cable

En aquest cas, es poden escollir cables unipolars o multipolars. S'escullen cables unipolars perquè és aconsellat per la empresa de distribució elèctrica Fecsa Endesa.

Tensió d'assignació

Així es comenta en la *ITC-BT-07 Xarxes subterrànies per a la distribució de baixa tensió del REBT* "els cables poden ser d'un o més conductors i de tensió assignada no inferior a 0,6/1 kV". [1]

Aïllament

En aquest aspecte es considera com a millor opció la del aïllament XLPE (o EPR), en front de altres com el PVC o l'aïllament mineral, ja que es aconsellat utilitzar aquest aïllament segons la empresa de distribució elèctrica Fecsa Endesa.

Tipus de cable

RZ1-K(AS) es la descripció del cable que s'utilitzarà: cable, aïllant i coberta. En aquest cas, cable flexible i coberta de baixa emissió, lliure d'halògens.

7.1.2. Característiques elèctriques

En aquest altre apartat, es farà constància dels càlculs de les potència i intensitats que passen pels diferents cables, segons quina sigui la situació d'aquests, per a més endavant poder realitzar el dimensionament.

Potència nominal

En aquest primer valor es fa referència a quina serà la potència que recorrerà el cable. Com ja s'ha explicat amb anterioritat la distribució dels cables tindrà varis trams i caldrà diferència el cas dels mòduls de 100 kW i el de 20kW.

En el cas dels mòduls de 100 kW tindrem tres ramals de cables per a arribar als diferents postes de recàrrega que cobriran cada plaça del pàrquing. Aquesta divisió es realitza per a disminuir la secció del cablejat ja que una potència de 100 kW durant el transport feia que

per a disminuir les caigudes de tensió s'hagués d'utilitzar cablejat de secció molt gran. Així, distribuint la potència en tres trams, només tindrem potències de uns 33 kW que fa que la secció dels cables pugui ser menor i compleixi tots els requisits de intensitat màxima admissible, caiguda de tensió etc.

Pel que fa el mòdul de 20 kW, la distribució serà amb un únic ramal que ja assortirà els postes de recàrrega de cada plaça corresponentment.

La recàrrega com ja s'ha explicat anteriorment es fa en càrrega lenta (corrent monofàsic amb intensitat de 16 A i voltatge de 230 V), d'aquesta manera:

$$P_{\text{consumida}} = V \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 16 \text{ A} = 3680 \text{ W}$$

Equació 7.1

Amb cadascun dels mòduls de 100 kW podrem alimentar fins a 27 postes de recàrrega. Així, cadascun dels seus ramals permetran ocupar fins a 9 places de pàrquing. En el mòdul de 20 kW es podran alimentar fins a 5 postes de recàrrega. Per tant, es podran carregar fins a un total de 194 vehicles elèctrics alhora.

Amb aquesta estructura de distribució, tant en el cas dels mòduls de 100 kW com en el de 20 kW, la potència nominal del cablejat va disminuint. A mesura que anem avançant per les places de pàrquing i anem assortint els diferents postes de recàrrega de bateries, el cablejat que arriba fins al següent punt de recàrrega transporta la potència del anterior menys 3680 W i així successivament fins a arribar a l'última plaça del tram.

Cos(fi)

En el cas que ens ocupa, no tenim bobines ni condensadors, totes les càrregues son resistives. Com només tenim resistències, el cosinus de fi es 1.

Voltatge

Pel que fa el voltatge, haurem de diferenciar entre els trams monofàsics i els trifàsics. En aquells trams amb corrent monofàsic el voltatge serà de 230 V. En canvi, en els trams amb corrent trifàsic el voltatge serà de 400 V.



Intensitat nominal

Es tracta de la intensitat que recorrerà el cablejat i que ens servirà per a dimensionar la secció del mateix. Per a calcular-la s'utilitzen dues fórmules (*Equació 7.2 i Equació 7.3*), una per el corrent monofàsic i una altre per el corrent trifàsic.

- En corrent monofàsic la intensitat nominal es calcularà com:

$$I_{\text{nominal}} = P / (V \cdot \cos(\phi))$$

Equació 7.2

- Pel que fa en corrent trifàsic es calcularà de la següent manera:

$$I_{\text{nominal}} = P / (V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos(\phi))$$

Equació 7.3

Així, s'han anat trobant les intensitats que passen per cadascun dels trams del cablejat i podem començar a dimensionar les seccions del cablejat a partir de la classificació inicial i els primers càlculs d'intensitats nominals.

7.1.3. Seccions

Un cop realitzada la classificació segons les característiques de la instal·lació i el càlcul de les intensitats nominals que recorreran cadascun dels trams del cablejat, ja es pot iniciar el dimensionament de les seccions dels diferents trams. Els cables seran de coure, perquè com es comenta en la *ITC-BT-52 Instal·lacions amb fins especials. Infraestructura per a la recàrrega de vehicles elèctrics del REBT* “els conductors seran generalment de coure [...] encara que podrien ser d'alumini en instal·lacions diferents a habitatges o aparcament col·lectius en habitatges”. [2] A més, el coure es millor conductor que l'alumini, que s'usa en casos en que les seccions son extremadament grans i fer conductors de coure sortiria molt car. En el projecte objecte d'estudi aquest no serà el cas, per tant, els cables seran de coure.

Fase

Un cop identificades les característiques de la instal·lació, segons la taula 52-B1 de la norma UNE-20460-5-523 es troba que per a trobar la relació entre intensitat admissible i secció s'ha d'accedir a la taula 52-C4 columna 7 per als trams trifàsics i la taula 52-C2 columna 5 per als trams monofàsics.

Tabla 52-B1
Métodos de instalación de referencia










Instalación de referencia		Tabla y columna					Factor de temperatura ambiente	Factor de reducción de agrupamiento
		Intensidad admisible para los circuitos simples						
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		Aislamiento mineral		
		Número de conductores						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
 habitación (local)	A1	52-C1 Col. 2	52-C3 Col. 2	52-C2 Col. 2	52-C4 Col. 2	–	52-D1	52-E1
 habitación (local)	A2	52-C1 Col. 3	52-C3 Col. 3	52-C2 Col. 3	52-C4 Col. 3	–	52-D1	52-E1
	B1	52-C1 Col. 4	52-C3 Col. 4	52-C2 Col. 4	52-C4 Col. 4	–	52-D1	52-E1
	B2	52-C1 Col. 5	52-C3 Col. 5	52-C2 Col. 5	52-C4 Col. 5	–	52-D1	52-E1
	C	52-C1 Col. 6	52-C3 Col. 6	52-C2 Col. 6	52-C4 Col. 6	Cubierta 70 °C 52-C5 Cubierta 105 °C 52-C6	52-D1	52-E1
	D	52-C1 Col. 7	52-C3 Col. 7	52-C2 Col. 7	52-C4 Col. 7	–	52-D2	52-E3
	E	Cobre 52-C9 Aluminio 52-C10		Cobre 52-C11 Aluminio 52-C12		Cubierta 70 °C 52-C7 Cubierta 105 °C 52-C8	52-D1	52-E1
	F	Cobre 52-C9 Aluminio 52-C10		Cobre 52-C11 Aluminio 52-C12		Cubierta 70 °C 52-C7 Cubierta 105 °C 52-C8	52-D1	52-E1
	G	Cobre 52-C9 Aluminio 52-C10		Cobre 52-C11 Aluminio 52-C12		Cubierta 70 °C 52-C7 Cubierta 105 °C 52-C8	52-D1	–

Figura 7.6 Taula 52-B1 de la norma UNE-20460-5-523.

A la taula 52-C4 de la norma UNE-20460-5-523, s'indica la relació secció-intensitat admissible per al cas dels trams soterrats. Així, diferenciant entre els diferents trams, es pot anar identificant quina serà la secció mínima que s'haurà d'agafar per al cablejat.

Tabla 52 – C4
Intensidades admisibles, en amperios, para los métodos de la tabla 52 – B1
Cables aislados con XLPE/EPR, tres conductores cargados, cobre o aluminio
Temperatura del conductor: 90 °C
Temperatura ambiente 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno







Secciones nominales de los conductores mm²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	17	16,5	20	19,5	22	22
2,5	23	22	28	26	30	29
4	31	30	37	35	40	37
6	40	38	48	44	52	46
10	54	51	66	60	71	61
16	73	68	88	80	96	79
25	95	89	117	105	119	101
35	117	109	144	128	147	122
50	141	130	175	154	179	144
70	179	164	222	194	229	178
95	216	197	269	233	278	211
120	249	227	312	268	322	240
150	285	259	—	—	371	271
185	324	295	—	—	424	304
240	380	346	—	—	500	351
300	435	396	—	—	576	396

Figura 7.7 Taula 52-C4 de la norma UNE-20460-5-523.



A la taula 52-C2 de la mateixa norma, trobem la mateixa relació d'intensitats i seccions per als trams superficials.

Tabla 52 – C2
Intensidades admisibles, en amperios, para los métodos de la tabla 52 – B1
Cables aislados con XLPE/EPR, dos conductores cargados, cobre o aluminio
Temperatura del conductor: 90 °C
Temperatura ambiente 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

Secciones nominales de los conductores mm ²	Método de instalación de la tabla 52 – B1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	19	18,5	23	22	24	26
2,5	26	25	31	30	33	34
4	35	33	42	40	45	44
6	45	42	54	51	58	56
10	61	57	75	69	80	73
16	81	76	100	91	107	95
25	106	99	133	119	138	121
35	131	121	164	146	171	146
50	158	145	198	175	209	173
70	200	183	253	221	269	213
95	241	220	306	265	328	252
120	278	253	354	305	382	287
150	318	290	–	–	441	324
185	362	329	–	–	506	363
240	424	386	–	–	599	419
300	486	442	–	–	693	474

Figura 7.8 Taula 52-C2 de la norma UNE-20460-5-523.

En el cas dels trams superficials, és a dir aquells que serviran per a alimentar els postes de recàrrega, la intensitat es 16 A, per tant s'agafa la mateixa secció en tots ells. Segons la taula podria semblar vàlid el valor de secció 1,5 mm², però segons *la ITC-BT-52 Instal·lacions amb fins especials. Infraestructura per a la recàrrega de vehicles elèctrics “els conductors seran generalment de coure i la seva secció no inferior a 2,5 mm²”*. [2] Per tant, agafarem la secció mínima de 2,5 mm². Pel que fan els trams soterrats, la seva secció variarà segons quin sigui el seu mòdul corresponent, ja que variarà la longitud del cablejat i en conseqüència la caiguda de tensió, que ja s'explicarà més endavant.

Neutre

En el cas de la secció del neutre, aquesta ve donada segons la Taula 1 de la ITC-BT-07 *Xarxes subterrànies per a la distribució en baixa tensió* del REBT que ens indica quina ha de ser la secció mínima del conductor neutre en funció de la secció dels conductors de fase.

Conductores fase (mm ²)	Sección neutro (mm ²)
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Figura 7.9 Taula Secció mínima del conductor neutre en funció de la secció dels conductors de fase.

Terra

Els cables de terra són de la mateixa secció que els de fase.

Tub

Per a determinar quina es la secció dels tubs protectors, a la ITC-BT-21 *Instal·lacions interiors o receptores. Tubs i canals protectors* del REBT hi ha les característiques mínimes exigides per a tubs en canalitzacions segons si són fixes a la superfície, encastades, aèries o soterrades. En el cas que ens ocupa serà o bé fixes a la superfície o bé soterrades. A l'apartat 1.2.1 del document esmentat es troba la Taula 2 que ens indica els diàmetres exteriors mínims dels tubs superficials en funció del nombre i la secció dels conductors o cables per conduir. Al tractar-se d'un tram monofàsic tenim 3 conductors, 2 fases i terra.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Figura 7.9 Diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del nombre y secció dels conductors o cables a conduir.

En el apartat 1.2.4 del mateix document trobem la Taula 9, que ens indica el mateix pero per



a tubs en canalitzacions soterrades. En aquest cas al ser corrent trifàsic, tenim 5 conductors: 3 fases, el neutre i el terra.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Figura 7.10 Diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del nombre y secció dels conductors o cables a conduir.

7.1.4. Intensitat màxima

Intensitat màxima bàsica

Un cop estimades les seccions dels cables de la instal·lació ja es té una aproximació de la intensitat màxima admissible que presentaran. Tot i això, els valors donats a les taules són amb unes característiques de temperatura, profunditat, agrupació de cables, etc. fixades, i una variació d'aquestes dades fa canviar una mica la intensitat màxima assolible pel cable. Així tot seguit, es presentaran els diferents factors per a cadascuna de les característiques.

Factor de temperatura

Quan el valor de la intensitat màxim assolible pel cable es fa segons les taules de la norma UNE-20460-5-523 com es el cas que ens ocupa, es considera que la temperatura ambient de referencia es:

- En conductors al aire, 30°C
- En conductors soterrats, 20°C

En el projecte objecte d'estudi es considera aplicar un factor de temperatura per a assegurar el correcte funcionament de la instal·lació durant aquells mesos de altes temperatures. D'aquesta manera, segons la taula 52-D1, el factor de correcció per a conductor a l'aire amb aïllament XLPE a una temperatura ambient de 40°C és 0,91.

Tabla 52 – D1
Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables al aire libre

Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral*	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Figura 7.11 Taula 52-D1 de la norma UNE-20460-5-523

D'altra banda, el factor de correcció per a conductor soterrats amb aïllament XLPE a una temperatura de 40°C és de 0,85, segons la taula 52-D2 del mateix document.

Tabla 52 – D2
Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables en conductos enterrados

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Figura 7.12 Taula 52-D2 de la norma UNE-20460-5-523.



Factor d'agrupació

Només hi ha un circuit en el cas que ens ocupa, per tant el factor per agrupació serà la unitat.

Factor de resistivitat

Les intensitats admissibles en les taules per a les seccions de cables soterrats corresponen a un valor de resistivitat tèrmica del terreny de 2,5 K·m/W. Aquest es un valor estàndard que s'utilitza com a precaució necessària, utilitzada a nivell mundial, quan no està especificat el tipus de terreny. En el cas que ens ocupa, prendrem la resistivitat tèrmica del terreny com a 2,5 K·m/W com a precaució, així, el seu factor de correcció és la unitat.

Tabla 52 – D3
Factores de corrección para cables en conductos enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para el método de referencia D

Resistividad térmica K·m/W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96
NOTA 1 – Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas 52-C1 a 52 – C4. La precisión de los factores de corrección es de $\pm 5\%$. NOTA 2 – Los factores de corrección se aplican a los cables en canalizaciones enterradas; para cables depositados directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K·m/W serán más elevados. Si son necesarios valores más precisos, pueden ser calculados por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287. NOTA 3 – Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.					

Figura 7.13 Taula 52-D3 de la norma UNE-20460-5-523.

Factor de profunditat

El factor de correcció de la profunditat es dona per a aquells cables soterrats que estan a una profunditat diferent a la establerta per les taules. En el cas objecte d'estudi, els cables soterrats estaran a una profunditat de 0,8. Així, el factor de correcció en els cables soterrats és de 0,99 segons la taula 9 de la ITC-BT-07 *Xarxes subterrànies per a la distribució en baixa tensió* del REBT.

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Figura 7.14 Factors de correcció per a diferents profunditats de instal·lació.

Intensitat màxima admissible corregida

Un cop identificats els factors de correcció aplicables en el cas que ens ocupa, ja es possible trobar la intensitat màxima admissible corregida. Únicament caldrà multiplicar tots els factors per la intensitat màxima bàsica i trobar el nou valor corregit.

$$I_{\text{corregida}} = F_{\text{temperatura}} \cdot F_{\text{agrupació}} \cdot F_{\text{resistivitat}} \cdot F_{\text{profunditat}} \cdot I_{\text{bàsica}}$$

Equació 7.4

7.1.5. Caiguda de tensió

Com s'indica a la *ITC-BT-52 Instal·lacions amb fins especials. Infraestructura per a la recàrrega de vehicles elèctrics del REBT*, “La caiguda de tensió màxima admissible en qualsevol circuit des de el seu origen fins al punt de recàrrega no serà superior al 5%”. [2] D'aquesta manera, cal fer un càlcul de la caiguda de tensió des de l'origen del circuit fins a cadascun dels trams calculats amb anterioritat per tal de complicar aquesta especificació de la normativa.

Longitud

Com indica el seu nom, en aquesta columna es col·locarà la longitud en metres de cadascun dels trams per al posterior càlcul de la caiguda tensió. Es considera una longitud de cable entre places adjacents de 3 m, i entre el punt soterrat del tram i la pressa del punt de recàrrega de 2 m. Els valors del tram 4 varien segons el mòdul i la seva situació geogràfica. Tot seguit un dibuix per a entendre la situació del tram 4.

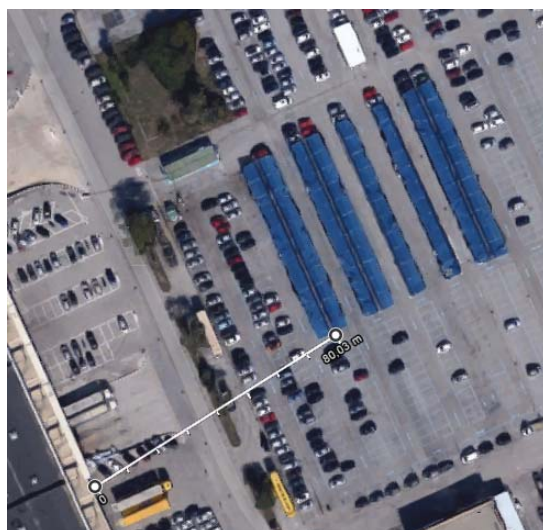


Figura 7.15 Longitud del tram 4 del modul 1 de 100kW



Resistivitat del coure

Per a fer el càlcul de la resistivitat del coure s'ha de tenir en compte que s'ha considerat una temperatura de 40°C. Sabent que la resistivitat del coure a 20°C és de 0,018 i que la resistivitat augmenta amb la temperatura segons la fórmula:

$$\rho^* = \rho \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Equació 7.5

On:

- ρ^* = resistivitat a la nova temperatura, en aquest cas que s'estudia 40°C.
- ρ = resistivitat a la temperatura de 20°C, en el cas del coure 0,018.
- α = coeficient de temperatura de la resistivitat.
- ΔT = variació de temperatura, en el cas que ens ocupa 40°C – 20°C = 20 °C.

Així, el nou valor de resistivitat del coure a la temperatura de 40°C és de 0,0194112.

Caiguda de tensió parcial

Per a determinar la caiguda de tensió, inicialment s'agafarà la caiguda tensió de cada tram. Per a fer aquest càlcul cal diferenciar, com ja s'ha fet en algun cas anterior, entre els trams de corrent monofàsic i els de corrent trifàsic.

En el cas de corrents trifàsics la caiguda de tensió en cada tram serà calculada a partir de la fórmula:

$$V = (L \cdot \rho \cdot I \cdot \cos(\phi_i) \cdot \sqrt{3})/S$$

Equació 7.6

D'altra banda, per als corrents monofàsics la fórmula serà la següent:

$$V = (L \cdot \rho \cdot I \cdot \cos(\phi_i) \cdot 2)/S$$

Equació 7.7

On:

- L = longitud en metres de cada tram.
- ρ = resistivitat del coure, en el cas d'estudi la calculada amb anterioritat.
- I = intensitat nominal que passa per el tram.
- $\cos(\phi)$ = valor la unitat en el cas que ens ocupa.
- S = secció del conductor de fase en el cable del tram seleccionat.

Caiguda de tensió acumulada

Suma de la caiguda de tensió dels trams anteriors fins a arribar a l'últim tram de cada ramal. En aquesta columna, es farà una suma del valor anterior més el parcial de cada tram.

$$V_{\text{acumulada, } n+1} = V_{\text{acumulada, } n} + V_{\text{parcial, } n+1}$$

Equació 7.8

Caiguda de tensió total (%)

Per a poder revisar que es compleix en cadascun dels trams que la caiguda de tensió és no superior al 5 % que ja s'ha comentat amb anterioritat, cal realitzar la caiguda de tensió total de cada tram. Per a fer aquest càlcul s'ha utilitzat la següent fórmula:

$$V_{\text{total}} (\%) = V_{\text{acumulada}} \cdot 100 / V_{\text{tram}}$$

Equació 7.9

On:

- V_{tram} = voltatge pertanyent a cada tram, per a trams amb corrent monofàsic 230 V i per a corrents trifàsics 400 V.



7.2. Proteccions

Per a tota instal·lació elèctrica calen una sèrie de proteccions regulades per el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió que permetin protegir la mateixa de incidents, això com, sobretensions, sobreintensitats, etc.

7.2.1. Caixa de Seccionament i Caixa General de Protecció

Les primeres caixes de protecció que trobem en el esquema de la instal·lació son la Caixa de Seccionament (CS) i la Caixa General de Protecció (CGP). La CS permet realitzar de forma segura la connexió entre l'escomesa, en el nostre cas els inversors que provenen de les lones fotovoltaïques, i la caixa general de protecció.

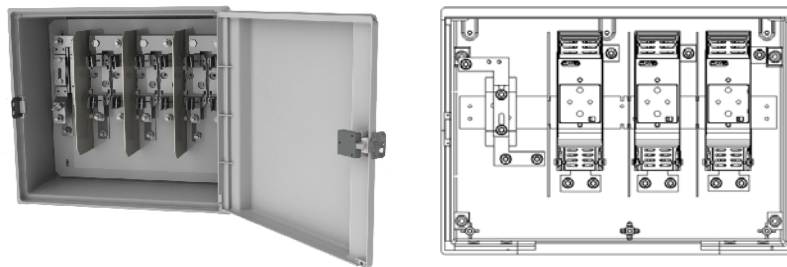


Figura 7.16 Caixes de seccionament

Pel que fa la CGP, segons la ITC-BT-13 Instal·lacions d'enllaç caixes generals de protecció del REBT, "aquestes caixes són les que allotgen els elements de protecció de les línies generals d'alimentació. A més, s'han d'instal·lar preferentment sobre les façanes exteriors dels edificis, en llocs d'accés lliure i permanent".[3]

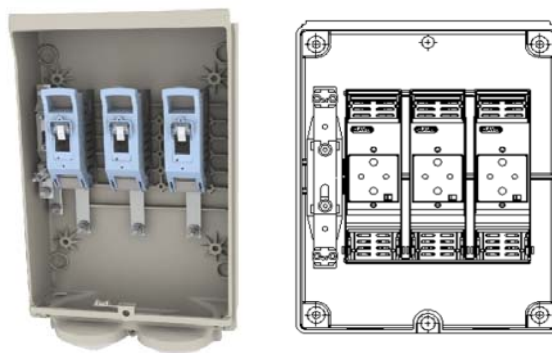


Figura 7.17 Caixes General de Protecció

7.2.2. Caixa de Protecció i Mesura

La Caixa de Protecció i Mesura és un element semblant a la CGP, que a més que protegeix la instal·lació té un conjunt de mesura. Normalment són les CPM i les CGP són caixes substitutives l'una de l'altra, però al tractar-se d'una instal·lació subterrània segons el Vademècum es complementen.



Figura 7.18 Caixa de protecció i mesura

7.2.3. Quadre de Baixa Tensió

El Quadre de Baixa Tensió és l'element designat a rebre el circuit principal de baixa tensió procedent de la instal·lació fotovoltaica i distribuir-lo en un número determinat de circuits individuals. En el cas dels mòduls de 100 kW, en 3 circuits i en el cas dels mòduls de 20 kW en 1 circuit.



Figura 7.19 Quadre de Baixa Tensió



7.2.4. Interruptor General Automàtic

Com diu la *ITC-BT-22 Instal·lacions interiors o receptores protecció contra sobreintensitats del REBT*, “qualsevol circuit ha d'estar protegit contra els efectes de les sobreintensitats que s'hi puguin presentar”. [4]

Així, un dels elements ha tenir en compte és el Interruptor General Automàtic (IGA) que té la funció de protegir la instal·lació de sobreintensitats que es puguin produir.

Quan es produeix una sobrecàrrega o un curtcircuit, el interruptor general automàtic talla de forma immediata el subministrament elèctric per evitar qualsevol tipus d'incident.

7.2.5. Protector de sobretensions

De forma semblant al cas del IGA, en la *ITC-BT-23 Instal·lacions interior o receptores protecció contra sobretensions del REBT*, es tracta de “la protecció de les instal·lacions elèctriques interiors contra les sobretensions transitòries que es transmeten per les xarxes de distribució i que s'originen, fonamentalment, com a conseqüència de les descàrregues atmosfèriques, commutacions de xarxes i defectes en aquestes”. [5]

Un protector de sobretensions, com el seu propi nom indica, es un dispositiu dissenyat per a protegir els dispositius elèctrics de pics de tensió.

7.2.6. Petit Interruptor Automàtic

Com en el cas del IGA, un Petit Interruptor Automàtic (PIA) és un dispositiu que s'utilitza per a la protecció de circuits elèctrics contra curtcircuits i sobrecàrregues. En substitució dels fusibles, ja que tenen l'avantatge de que no cal reposar-los quan es desconnecten degut a alguna sobreintensitat.

7.2.7. Interruptor Diferencial

En la *ITC-BT-24 Instal·lacions interiors o receptores protecció contra contactes directes i indirectes del REBT*, “les instal·lacions elèctriques han d'assegurar la protecció de les persones i els animals domèstics contra els xocs elèctrics, proteccions directes i indirectes”. [6] Així, un interruptor diferencia (ID) és un dispositiu electromecànic que es col·loca amb l'objectiu de protegir a les persones i als animals domèstics dels contactes directes i indirectes. Els provocats per el contacte amb parts actives de la instal·lació son anomenats directes i amb elements sotmesos a potencial indirectes.

7.3. Elements especials

7.3.1. Controlador dinàmic de potència

Com ja s'ha comentat amb anterioritat, la instal·lació d'aquest projecte es d'autoconsum amb injecció 0 a la xarxa, per a aconseguir el no abocament de potencia a la xarxa farem ús d'un Controlador Dinàmic de Potència amb injecció 0 (CDP-0).

El CDP-0 és un controlador de potència per desplaçament del punt de treball del camp solar, que permet regular el nivell de generació d'un inversor en una instal·lació fotovoltaica, en funció del consum del usuari. Té com a objectiu ajustar el nivell de producció d'energia d'un o varis inversors en una instal·lació fotovoltaica al consum del usuari. D'aquesta manera, s'aconsegueix eliminar la injecció de potencia a la xarxa.

Per a entendre el funcionament d'aquest aparell, la Imatge 7.20 facilita la comprensió.

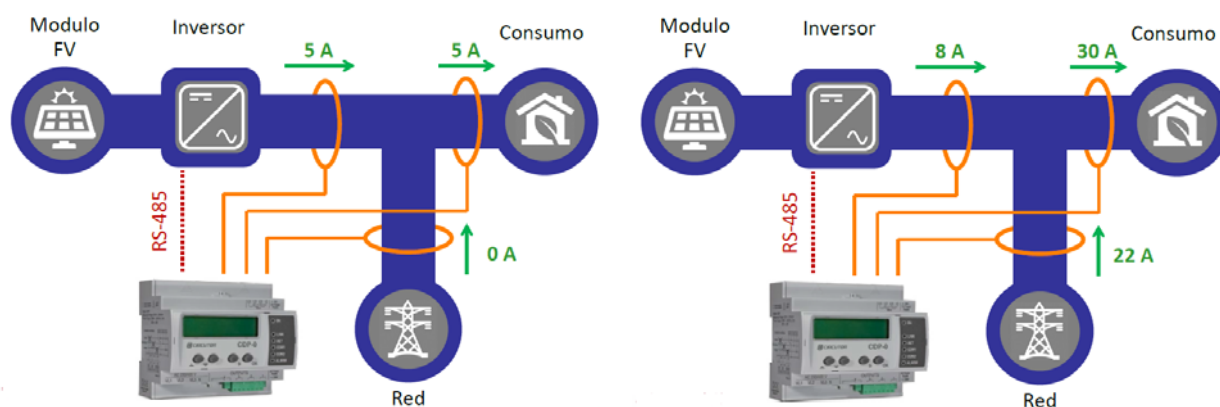


Figura 7.20 Control dinàmic de potència

7.3.2. Filtre d'harmònics

A la ITC-BT-52 Instal·lacions amb fins especials. Infraestructura per a la recàrrega de vehicles elèctrics del REBT, ens diu que "en instal·lacions per a la recàrrega del vehicle elèctric, que reuneixin més de 5 estacions de recàrrega, per exemple en estacions dedicades específicament a la recàrrega del vehicle elèctric, s'estudiarà la necessitat d'instal·lar filtres de correcció d'harmònics, amb l'objectiu de garantir que es mantingui la distorsió harmònica de la tensió segons uns límits característics de la tensió subministrada per les xarxes generals de distribució, per a que altres usuaris que estiguin connectats en el mateix punt de la xarxa no es vegin perjudicats".[2] D'aquesta manera, es considera que en un



pàrquing on s'instal·laran un total de 195 places de recàrrega de cotxes elèctrics, serà aconsellable col·locar un filtre d'harmònics però s'hauria de realitzar un estudi específic que no és l'objectiu d'aquest projecte.

7.3.3. Postes de recàrrega

Per a poder realitzar la recàrrega dels vehicles elèctrics serà impriscindible gaudir de postes de recàrrega. Els postes escollits per a la instal·lació del projecte objecte d'estudi que ens ocupa seràn de càrrega lenta, com així s'ha explicat anteriorment, i permetran la càrrega en mode 1. A més, en cadascun d'aquests postes hi haurà dos punts de recàrrega de manera que ens estalviarem la meitat de postes, perquè cadascun d'ells cobrirà dues places.

Com es regulat per normativa, tots els postes estaran protegits contra sobreintensitats, contactes directe i indirectes, etc. A més, tindrà un comptador d'energia que ens servirà com a comptador secundari per a el cobrament de l'energia subministrada al client.



8. Estudi econòmic

8.1. Introducció

Sobre la base del marc legislatiu actual i el caràcter d'inversió econòmica pel qual es duen a terme aquests tipus d'instal·lacions, s'elabora, en primer lloc, un estudi econòmic particularitzat per tipus d'instal·lació considerada, i s'analitza, a continuació, els problemes que hi ha amb l'actual sistema de regulació del mercat fotovoltaic i les bases sobre les quals s'està treballant de cara a establir un canvi que rellanci les possibilitats de desenvolupament del sector fotovoltaic. Si bé els resultats de l'estudi es mostren en aquest apartat, el detall d'aquests càlculs figura als diferents apartats de l'Annex D i G.

S'ha de tenir en compte que des de gener del 2012 no hi ha prima per a les instal·lacions de producció d'energia elèctrica per fonts d'energia segons el *Reial Decret-Llei 1/2012, del 27 de gener pel qual “es procedeix a la suspensió dels procediments de preassignació de retribució i a la supressió dels incentius econòmics per a noves instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de cogeneració, fonts d'energia renovables i residus”*. [7]

A més, es tindrà en compte l'actual esborrany sobre els peatges de recolzament, Reial Decret d'Autoconsum [8].

Donat que el producte 1 del projecte “*Nau industrial per a recàrrega de vehicles elèctrics (Producció d'energia)*” es el escollit per a la captació de l'energia solar fotovoltaica, es realitzaran els càlculs econòmics a partir dels d'aquest producte.

8.2. Inversió inicial

Per començar l'estudi econòmic, s'haurà de tenir en compte quina serà la quantitat de diners que costarà realitzar la instal·lació objecte d'estudi d'aquest projecte. Així, a partir dels valors obtinguts de la instal·lació de les lones fotovoltaïques i dels inversors del TFG “*Nau industrial per a la recàrrega de vehicles elèctrics (Producció d'energia)*” s'ha realitzat el càlcul del cost del material del cablejat, les proteccions i dels elements especials, per acabar obtenint la inversió inicial a realitzar.

Tot seguit, a la taula 8.1, es dona el valor obtingut per a la inversió en els circuits dels mòduls de 100 kW i del de 20 kW. El detall dels materials i els preus desglossats es pot veure a l'Annex D.



Mòdul	Descripció	Nº mòduls	Preu unitari
Mòdul 100 kW	Instal·lació de la distribució d'energia	7	110.046,98 €
Mòdul 20 kW	Instal·lació de la distribució d'energia	1	14.434,36 €
Preu total de la instal·lació			784.763,22 €

Taula 8.1 Inversió en els circuits dels dos mòduls

Afegint als valors obtinguts en aquest estudi, els anomenats anteriorment de les lones i els inversos, s'obté el valor de la inversió inicial:

Mòdul	Descripció	Nº mòduls	Preu unitari
Mòdul 100 kW	Instal·lació completa	7	263.289,58 €
Mòdul 20 kW	Instal·lació completa	1	45.082,88 €
Total enginyeria i obra civil			240.280 €
Preu total de la inversió inicial			2.128.389,94 €

Taula 8.2 Inversió inicial

8.3. Resultats econòmics

8.3.1. Ingressos

Els ingressos previstos per cada any es calculen a partir de la previsió d'energia anual a generar amb les lones fotovoltaïques i el preu que pagarà el client per kWh consumit durant la recàrrega del seu vehicle elèctric. Es considera que tota la energia generada per les lones durant l'any serà consumida pels clients.

Es considera com un preu raonable per kWh consumit de 0,16€. Un preu semblant al que es paga a la distribuïdora elèctrica i alhora suficient com per rebre un retorn de la inversió no excessivament gran.

Aquest valor serà amb el que es començaran a calcular els ingressos el primer any, per als anys posteriors s'aplicarà un increment en el preu de compra de un 2,5% anualment.

En el càlcul de la producció energètica total estimada anualment i els ingressos, no només es tindrà en compte l'increment en la tarifa sinó que també es considerarà unes pèrdues anuals de producció del 0,9%.

Tot seguit, a la Taula 8.3, s'indiquen els valors totals de producció i els ingressos estimats per a la instal·lació al llarg de la seva vida útil. El detall dels ingressos i producció any a any es pot veure a l'Annex G.

Instal·lació	Període	Producció total estimada (kWh)	Ingressos totals estimats (€)
7 mòduls 100 kW 1 mòdul 20 kW	30 anys	25.159.046,01	5.922.435,75

Taula 8.3 Valors totals de producció i ingressos durant la vida útil

8.3.2. Despeses

A nivell de despeses d'explotació es tindran en compte les derivades del manteniment i l'assegurança inherents a la instal·lació. Per a fer el càlcul d'aquestes despeses es



consideren uns 4.000 € per cada 100 kW, és a dir un total de 28.800€ en el primer any, que anirà variant amb la variació del IPC. A més, s'haurà de tenir en compte la inversió inicial que serà, com ja s'ha comentat anteriorment, de uns **2.128.389,94 €**

Les despeses de manteniment i assegurança totals en els 30 anys de període son de 1.205.669,88 €.

8.4. Rendibilitat del projecte

8.4.1. Valor actual net i taxa interna de retorn

Per avaluar de manera senzilla la rendibilitat d'una inversió tenint en compte el valor temporal dels diners un dels criteris consisteix en calcular el valor present dels fluxos de caixa futur que generarà el projecte, descomptats a un cert tipus d'interès o taxa de descompte i comparar-los amb el import inicial de la inversió.

Per considerar que el projecte es rentable en valors nets, el sumatori dels fluxos de caixa actualitzats en l'horitzó temporal escollit per avaluar el projecte ha de ser superior al valor de la inversió inicial. Després d'això cada inversor haurà d'avaluar si interessa o no portar a terme la inversió, ja que entren en joc molts altres factors com el risc que esta disposat a acceptar, si busca liquiditat, horitzó temporal (curt, mig o llarg termini), etc.

Per a que els projectes siguin rentables, el VAN ha de ser superior a zero, el que significa que es recupera la inversió inicial i s'obté més capital que si hagués estat col·locat en renta fixa.

En el cas que ens ocupa el VAN dona un valor de 871.287,95 €

Pel que fa el TIR, el valor és aproximadament de 5,7%. Aquest valor, com més elevat sigui millor, ja que suposa un retorn de la inversió equiparable a un tipus d'interès alt. És a dir, a major TIR, major rendibilitat del projecte.

8.4.2. Pay-back

Part important d'aquest estudi de viabilitat econòmica es determinarà segons el període de retorn del capital invertit en la instal·lació solar fotovoltaica. És a dir, la quantitat d'anys que hauran de transcórrer des de l'inici de vida útil del sistema per a que els beneficis acumulats superin la inversió inicial.

En el projecte objecte d'estudi el valor del pay-back obtingut és de 15 anys. És un valor que es considera suficientment curt degut a la gran inversió inicial que implica.

Per a veure la evolució del saldo efectiu al llarg dels 30 anys per a la instal·lació es pot accedir al Annex G.

8.4.3. Resultats econòmics aplicant l'esborrany del peatge

Donada la incertesa actual en relació a la normativa sobre l'autoconsum fotovoltaic i en base a l'esborrany del *Reial Decret d'Autoconsum* [8], s'ha previst fer un estudi econòmic l'anomenat peatge de recolzament que suposa un impost a pagar per kWh d'energia solar fotovoltaica generada. Aquest peatge s'estima d'entre 0,04 i 0,086 €/kWh, per al projecte objecte d'estudi s'ha proposat un impost de 0,067568 €/kWh.

De la mateixa manera que abans, s'han realitzat els càlculs en previsió a aquesta mesura que probablement sigui implantada en un curt termini.

En aquest cas, però, el VAN ens dona negatiu amb un valor de -264761,30 €.

Queda clar doncs que el projecte no es rentable aplicant l'esborrany del peatge, no es recupera la inversió inicial, i així queda palès que aquest "peatge de recolzament" complica el futur de l'autoconsum amb energia solar fotovoltaica.



9. Planificació de la implantació de les instal·lacions

A l'hora de planificar el termini general d'execució i posada en marxa d'aquest tipus d'instal·lacions fotovoltaïques, a part del estudi de viabilitat i disseny i els que pertanyen a l'execució, existeix un procés de legalització que té un pes important. Tot i que el present projecte sigui merament teòric, s'ha de tenir en compte que si s'hagués d'implantar, els processos legals existirien i per tant es tindran en compte a l'hora de fer la planificació.

En les instal·lacions de plaques fotovoltaïques apareixen disposicions legals com el Codi Tècnic d'Edificació (CTE) o les ordenances municipals, així com el tràmit de llicència d'activitat o el registre industrial. Tot això, incrementa la documentació i la burocràcia a complir i es tracta de processos llargs i lents.

El fet de que es tracti d'un projecte teòric i de característiques privades fa que no es tingui en compte la legislació provinent de la venda de energia als consumidors de l'electricitat per a la recàrrega de vehicles elèctrics.

Els terminis d'execució del projecte es divideixen en fases: Llançament, Execució, Legalització i Verificació i Explotació.

Tot seguit, una descripció del temps (en setmanes) de planificació de cadascuna de les activitats de les fases.

Fase 1: Llançament (14 setmanes)

- Estudi de viabilitat (4 setmanes)
- Projecte tècnic (4 setmanes)
- Punt de connexió (6 setmanes)

Fase 2: Execució (31 setmanes)

- Contracte venda electricitat en règim especial (4 setmanes)*
- Llicència d'obres (14 setmanes)
- Execució del projecte d'instal·lació (16 setmanes)
- Certificació de la instal·lació (1 setmana)

Fase 3: Legalització (12 setmanes)

- Llicència d'activitat (8 setmanes)*
- Inclusió Règim Especial Producció elèctrica (4 setmanes)*
- Obtenció Autorització Administrativa (12 setmanes)
- Autorització posta en servei (4 setmanes)*

- Tramitació inscripció Registre Instal·lacions Producció Règim Especial (4 setmanes)*

Fase 4: Verificació i explotació (3 setmanes)

- Verificació equips de mesura (2 setmanes)
- Emissió del certificat de compliment (1 setmana)
- Inscripció definitiva al RIPRE (1 setmana)*

Total de setmanes del projecte: 60 setmanes

() Nota-. Diferents conceptes que s'executen en paral·lel amb altres activitats*

A l'Annex F es detallen les activitats i les duracions de cadascuna d'elles representades en el diagrama de Gantt.



10. Impacte mediambiental

A l'actualitat l'impacte ambiental sobre l'ecosistema del nostre planeta ha anat cobrant molta importància. El creixement de la preocupació per les conseqüències ambientals, socials i econòmiques, a més dels compromisos en els acords del Protocol de Kyoto i el fet de que la producció i consum d'energia són les principals responsables de les emissions de gas d'efecte hivernacle; situen el sector energètic com el sector clau per al desenvolupament de les energies renovables i la seva eficiència.

Dels sis grups de gasos d'efecte hivernacle contemplats en el Protocol de Kyoto, el diòxid de carboni (CO_2) representa una gran part del total, i a més, un 90% d'aquest gas és d'origen energètic. D'aquesta manera, les polítiques capaces de limitar les emissions de CO_2 per qualsevol estratègia de limitació de gasos hivernacle són molt importants.

D'altra banda, així com per a altres tipus de gasos hi ha tractaments per a absorbir-los de manera total o parcial, per exemple, en el cas del SO_2 hi ha tractaments de final de procés relativament ràpids que aconsegueixen neutralitzar l'emissió; amb les emissions de CO_2 no passa el mateix, ja que estan directament relacionades amb l'ús de combustibles fòssils i fins a dia d'avui no s'ha trobat cap tecnologia capaç d'absorbir-les.

Així, l'única manera d'evitar les emissions de CO_2 és a través de la modificació d'estructures, processos, equips i comportaments relacionats amb la utilització de l'energia. Un dels aspectes més positius de la instal·lació fotovoltaica prové de la no emissió de gasos contaminants a l'atmosfera durant la seva vida útil, evitant així, l'efecte hivernacle, la pluja àcida i la reducció de la capa d'Ozó.

L'energia solar fotovoltaica es una energia renovable, per tant energia gratuïta i inestable, a més de ser més respectuosa amb el medi ambient que la resta d'energies convencionals. Tot i això, tot i ser, amb diferència, més neta que qualsevol de les energies no renovables també produeix impactes mediambientals, bàsicament durant el seu procés de fabricació.

A l'hora de la producció dels mòduls fotovoltaics s'utilitzen materials com el silici (cristal·litzat o amorf), germani, seleni, AsGa, seleniür de coure, sulfurs diversos i òxids de coure, entre d'altres. Durant la seva fabricació es produeixen emissions de TeCd , B_2H_6 , BCl_3 , H_2 , HF , SeH_2 , Sh_2 , CH_4 , PH_3 , POCl_3 , P_2O_5 , entre d'altres i vapors metàl·lics, alguns tòxics.

Pel que fa als principals impactes que es poden considerar, segons la seva naturalesa:

- Químics:
 - o Emissions gasoses a l'atmosfera: La manera de generar energia d'un sistema solar fotovoltaic, no necessita de cap combustió, només d'una font neta com és el sol. De fet, es tracta d'un efecte beneficiós, ja que s'estalviaran emissions de CO₂ a l'atmosfera.
 - o Residus tòxics i perillosos abocats al sistema de sanejament: Per a al seu funcionament, els equips de la instal·lació no necessiten d'abocar res al sistema de sanejament, ja que la refrigeració es realitza per convecció natural.
- Físics:
 - o Impacte acústic: La generació i distribució d'energia dels mòduls fotovoltaics i dels postes de recàrrega elèctrics és un procés completament silenciós.
 - o Impacte visual: en el cas de les plaques, van situades paral·lelament a la superfície de la coberta, per tant no tenen impacte visual. El cablejat va soterrat i tampoc en té. En el cas dels postes de recàrrega podrien tenir una mica de impacte visual, però no serà gaire important ja que mesuren aproximadament 1 m de alçada i 0,2 m de diàmetre.
- Biològics:
 - o Destrucció de fauna i flora: cap dels equips de la instal·lació té efecte nociu sobre la fauna o la flora.
 - o Ocupació de terrenys: les lones es col·loquen sobre les cobertes de les naus industrials, per tant no ocupen cap zona important de terreny. Els cables que van soterrats, tampoc.
- Social:
 - o Ocupació: existeix una petita creació de llocs de treball durant la instal·lació i també durant el manteniment de la mateixa.

Tot i que la principal font de residus serà la producció de les lones fotovoltaïques també s'ha de tenir en compte les obres que es realitzaran durant la instal·lació del cablejat. Pel que fa aquestes obres que s'hauran de realitzar per a soterrar el cablejat i per a col·locar els postes de recàrrega de cotxes elèctrics, s'haurà de tenir en compte el *Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició*. *"Aquesta normativa té per objecte establir el règim jurídic de la producció i gestió dels residus de construcció i demolició, amb la finalitat de fomentar-ne, per aquest ordre, la prevenció, la reutilització, el reciclatge i altres formes de valorització, assegurant que els destinats a operacions d'eliminació rebin un tractament adequat, i contribuir a un desenvolupament sostenible de l'activitat de construcció"*. [9] Així, s'haurà de seguir amb cura aquest Reial Decret 105/2008 durant les obres de la instal·lació del cablejat.



10.1.Reducció de les emissions de gasos

Per a poder dur a terme el càlcul de la reducció d'emissions, s'agafen els factors d'emissions derivades del consum elèctric en el sistema de producció nacional per a l'any 2014.

Aquests valors els facilita el butlletí que l'Observatori de l'Electricitat d'ADENA-WWF elabora amb dades oficials. On la reducció d'emissions contaminants per kWh produït per energia renovable és: Diòxid de carboni (CO₂): 0,166 kg/kWh, Diòxid de sofre (SO₂): 0,425 g/kWh i Òxids de nitrogen (NO_x): 0,258 g/kWh.

Així, considerant el total de la instal·lació objecte d'estudi d'aquest projecte (7 mòduls de 100 kW i 1 mòdul de 20 kW) amb el Producte 1 escollit segons el treball *“Nau industrial per a recàrrega de vehicles elèctrics (Producció d'energia)”* la reducció d'emissions de gasos contaminants durant la generació d'energia en el primer any es pot veure a continuació a la Taula 9.1.

Tipus producte	Energia generada (kWh/any)	Reducció emissions CO ₂ (kg)	Reducció emissions SO ₂ (kg)	Reducció emissions NO _x (kg)
Producte 1	965.818,89	160.330	410,7	249,18

Taula 9.1 Reducció d'emissions de gasos no contaminants

10.2. Període de retorn del CO₂ emès en la producció

Aquest període de retorn del CO₂ emès en la producció de les lones es una manera de veure el que es tarda en recuperar l'energia que ha estat utilitzada per a la fabricació dels mòduls fotovoltaics.

Per a conèixer aquest període de retorn d'una cèl·lula fotovoltaica s'ha de tenir en compte els processos en que es consumeix major energia: la purificació del silici i la cristal·lització. L'objectiu principal es aconseguir canvis radicals en aquests dos processos, per a recuperar

l'energia en menys temps.

Segons cada país el període de retorn del CO₂ emès en la producció varia ja que depèn de l'activitat en les energies renovables del país i del profit que treuen d'elles. Així, la producció d'aquesta energia neta depèn del nombre d'hores que rebi la ciutat, ja que dintre de l'Estat Espanyol tampoc es el mateix instal·lar-la a Bilbao que a Barcelona.

La següent taula mostra el període de retorn del CO₂ emès en la producció del nostre cas d'estudi, amb els valors actuals d'estalvi d'emissions de CO₂.

Producte	Energia generada (kWh/any)	Emissions CO ₂ en la producció (t)	Emissions CO ₂ estalviades (t/any)	Període de retorn emès en la producció (anys)
Producte 1	965.818,2	993,83	160,33	6,2 anys

Taula 9.2 Temps de recuperació energètica



Conclusions

El present projecte s'ha realitzat en concordança amb el TFG ("Nau industrial per a la recàrrega de vehicles elèctrics (Producció d'energia)", i s'ha estudiat l'aplicació de la tecnologia fotovoltaica de capa fina amb silici amorf en una planta industrial de Barcelona amb la finalitat de conèixer la seva capacitat productiva que seria utilitzada per a la recàrrega de vehicles elèctrics a través de postes situats en un pàrquing proper a la nau.

Entre els tipus de càrrega possibles, es considera que per la situació del pàrquing (proper a l'aeroport), els vehicles romandran hores en el mateix i per tant la càrrega lenta serà la millor opció, ja que a més, fa ús de menor intensitat, i per tant, es podran carregar més vehicles alhora. La situació del cablejat es farà de manera soterrada ja que es preveu la opció més factible per a no alterar el funcionament normal del pàrquing i la nau.

A nivell econòmic, la maduresa de la instal·lació permet mantindre una rendibilitat econòmica. El valor del VAN és positiu i el del TIR es suficientment elevat com per afirmar la recuperació de la inversió inicial. El valor del TIR està pròxim a un 6%.

Pel que fa el retorn de la inversió, també es pot dir que els resultats són positius, ja que tot i tractar-se d'una instal·lació d'una inversió inicial important, amb una vida útil de 30 anys ens permet recuperar la inversió en 15 anys, en la meitat de la seva vida útil.

Tot i això, s'ha de tenir en compte altres aspectes que també tenen un paper important pel que fa la instal·lació. Per una banda, l'actual crisi econòmica i financera dificulta l'obtenció de diners per a la inversió inicial i, per una altra banda, la incògnita en la legislació de les energies renovables, que tot fa indicar, està marxant per el camí contrari al de les ajudes que es el dels "peatges de recolzament". S'ha realitzat un estudi econòmic amb valors de l'esborrany de l'anomenat "peatge de recolzament" i s'ha demostrat que la inversió no seria rentable amb aquesta nova normativa.

Respecte a les emissions de CO₂, amb el producte escollit es deixarien d'emetre a l'atmosfera un total de 160,33 tones. Aquests valors ratifiquen una vegada més el potencial de la tecnologia solar fotovoltaica i posa de manifest els beneficis mediambientals, socials, econòmics, estratègics i culturals.

La tecnologia solar fotovoltaica ha avançat molt en els últims anys a favor del autoconsum i, un altre punt molt important és la necessitat de reduir les emissions de CO₂ a l'atmosfera, gràcies a l'autoconsum es podrien aconseguir els objectius de reducció d'emissions firmats en tractats com el protocol de Kyoto.

Agraïments

En primer lloc m'agradaria donar les gràcies al professor Emili Hernández per la direcció del projecte, per la seva implicació en el mateix i el haver estat en contacte sobre qualsevol dubte que m'hagi pogut sorgir.

A més, per els que sempre estan allà i em donen tot el suport quan ho necessito, els meus familiars i amics.



Bibliografia

Referències bibliogràfiques

- [1]** ITC-BT-07 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, referent a Xarxes subterrànies per a la distribució en baixa tensió
- [2]** ITC-BT-52 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, referent a Instal·lacions amb fins especials. Infraestructura per a la recàrrega de vehicles elèctrics.
- [3]** ITC-BT-13 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, referent a Instal·lacions d'enllaç. Caixes generals de protecció
- [4]** ITC-BT-22 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, referent a Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra sobreintensitats.
- [5]** ITC-BT-23 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, referent a Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra sobretensions
- [6]** ITC-BT-24 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, referent a Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra els contactes directes i indirectes
- [7]** Reial Decret Llei 1/2012, del 27 de gener, per el que es procedeix a la suspensió dels procediments de preassignació de retribució i a la supressió dels incentius econòmics per a noves instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de cogeneració, fonts d'energia renovables i residus
- [8]** Esborrany del Reial Decret d'Autoconsum, que estableix la regulació de les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia amb autoconsum i de producció amb autoconsum.
- [9]** Reial Decret 105/2008, del 1 de febrer, per el que es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.